



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL



TESIS

EFECTO DEL CLORHIDRATO DE RACTOPAMINA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE OVINOS

PRESENTADA POR:

FERNANDO ALFONSO ROJAS LOPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL:
MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PUNO, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIA ANIMAL

TESIS

EFFECTO DEL CLORHIDRATO DE RACTOPAMINA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE OVINOS.

PRESENTADA POR:

FERNANDO ALFONSO ROJAS LOPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIA ANIMAL:

MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL

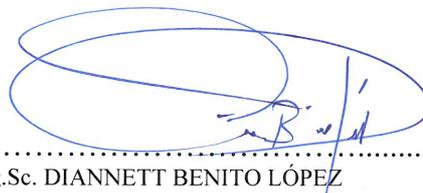


APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE


.....
Ph.D. BERNARDO ROQUE HUANCA

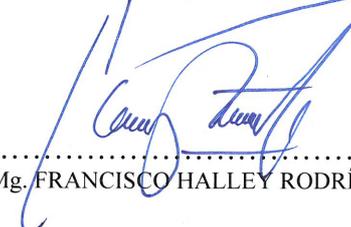
PRIMER MIEMBRO


.....
Mg.Sc. DIANNETT BENITO LÓPEZ

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Dr. NATALIO LUQUE MAMANI

ASESOR DE TESIS


.....
Mg. FRANCISCO HALLEY RODRÍGUEZ HUANCA

Puno, 10 de febrero de 2022

ÁREA: Ciencias biomédicas.

TEMA: Producción y características de la canal.

LÍNEA: Ciencia y producción animal.



DEDICATORIA

A mi madrecita Inés y en memoria de mi Papá Santiago, por la motivación y el apoyo incondicional que siempre me brindaron.

A mis padres políticos, Rubén y Paulina, y mi cuñada Carmen que me apoyaron e incentivaron para culminar este proyecto.

A mi amada esposa Lucía y mis dos grandes tesoros Xiomara y Aarón, que son el impulso más grande para seguir en esta vida

A mis hermanos que siempre me motivaron a seguir adelante Edith, Roger y Alex.

A mis amigos y compañeros de la Maestría por su valiosa amistad y su apoyo invaluable

Fernando.



AGRADECIMIENTOS

- A Dios por concederme y protegerme en esta vida, por darme la fuerza en cada caída y por compartir mucho amor en cada momento de mi vida.
- A la Universidad Nacional del Altiplano por acogerme en sus claustros y en esta oportunidad en la Maestría en Ciencia Animal de la Escuela de Posgrado en donde pude lograr alcanzar esta meta tan anhelada.
- A los docentes de la Maestría en Ciencia Animal, por su tiempo valioso compartiendo sus experiencias y reforzando mi conocimiento.
- A los miembros del jurado calificador Ph.D. Bernardo Roque Huanca, Dr. Natalio Luque Mamani y M.Sc. Diannett Benito López, por su valioso tiempo y sus aportes que mejoraron esta investigación.
- A mi asesor de esta investigación Mg. Francisco Halley Rodríguez Huanca, por su gran amistad, motivación, apoyo en cada momento del trabajo de investigación.
- Al Dr Eliseo Pelagio Fernández Ruelas y M. José Eduardo Ramírez Aruquipa, por su valioso aporte en este trabajo de investigación.
- A mi compañera de vida Lucia Noris Martinez Colquehuanca por su contribución y experiencia en esta investigación
- A mi amigo Jhon Nuñez Usnayo, por su apoyo y experiencia compartida en el trabajo de investigación.
- A mis amigos de siempre Wilbert Eduardo y José Amadeo por su valiosa amistad y contribución en la culminación de este trabajo de investigación.

Fernando



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE GRAFICOS	VII
ÍNDICE DE ANEXOS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico	2
1.1.1 Ovino	2
1.1.2 Denominación de los ovinos en sus diferentes etapas	2
1.1.3 Ovino criollo	3
1.1.4 Ovino texel	4
1.1.5 Sistema intensivo de crianza	6
1.1.6 Requerimientos nutricionales de los ovinos	6
1.1.7 Requerimientos de proteína	7
1.1.8 Metabolismo de proteína	8
1.1.9 Absorción de aminoácidos	8
1.1.10 Requerimientos de energía	9
1.1.11 Requerimientos de minerales	9

...



1.1.12	Requerimientos de vitaminas	10
1.1.13	Requerimientos de agua	10
1.1.14	Factores que afectan el consumo de materia seca	11
1.1.15	Parámetros productivos	12
1.1.16	Fisiología del sistema nervioso	13
1.1.17	Agonista β adrenérgico	16
1.2	Antecedentes	23

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	26
2.2	Enunciados del problema	27
2.3	Justificación	27
2.4	Objetivos	29
2.4.1	Objetivo general	29
2.4.2	Objetivos específicos	29
2.5	Hipótesis	29
2.5.1	Hipótesis general	29
2.5.2	Hipótesis específicas	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	30
3.2	Instalaciones	30
3.3	Animales	30
3.4	Alimentos	31



3.5 Metodología	33
3.5.1 Determinación de consumo de materia seca	35
3.5.2 Determinación de ganancia de peso vivo	35
3.5.3 Determinación de conversión alimenticia	36
3.5.4 Determinación de eficiencia alimenticia	36
3.5.5 Determinación de rendimiento de carcasa	36
3.5.6 Determinación de grasa en carcasa	37
3.6 Análisis estadístico	38

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de consumo de materia seca	40
4.2 Determinación de la ganancia de peso vivo	42
4.3 Determinación de conversión alimenticia	44
4.4 Determinación de rendimiento, grasa muscular y grasa compuesta.	46
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	63



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Características de los corderos producto del cruce de Criollo $\frac{1}{4}$ X Texel $\frac{3}{4}$ en el CE Chuquibambilla.	5
2. Requerimientos nutritivos de ovinos de energía, proteína, forraje, minerales y vitaminas	6
3. Balance de energía en ovinos	7
4. Consumo de MS de diferentes categorías de ovinos, expresado como porcentaje del peso vivo.	11
5. Distribución de carnerillos de acuerdo al tipo de dieta y raza.	31
6. Formula alimenticia y composición química de las dietas experimentales a y b en la alimentación de ovinos criollos y ovinos criollos $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$, formulado con el programa solver.	31
7. Consumo de alimento en ovinos según raza y tratamiento y su interacción.	40
8. Ganancia de peso corporal g/día, para ovinos criollos y ovinos criollos $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$ de los grupos experimentales a y b	41
9. Ganancia total y diaria de peso en ovinos según raza y tratamiento y su interacción	43
10. Conversión alimenticia de ovinos según raza y tratamiento y su interacción.	45
11. Rendimiento de canal, grasa muscular y grasa total de ovinos según raza y tratamiento y su interacción.	46



ÍNDICE DE GRAFICOS

1. Evaluación cronológica para el monitoreo de la ganancia de peso de ovino 33
2. Evaluación cronológica para el monitoreo de la ganancia de peso en ovino 36



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Insumos de la dieta.	64
2. Clorhidrato de ractopamina	64
3. Mezclado de insumos.	64
4. Dieta elaborada final.	65
5. Molido de heno de avena	65
6. Envasado de heno molido.	65
7. 1er Pesado de ovino criollo.	66
8. 1er pesado de ovino texel.	66
9. 2do pesado ovino criollo	67
10. 2do Pesado ovino texel	67
11. Ovino criollo alimentados con dieta experimental.	68
12. Ovino criollo 3/4 x texel 1/4 alimentados con dieta experimental.	68
13. Carcasa de ovinos criollo y criollo 3/4 x texel 1/4.	68
14. Muestras de vísceras rojas y blancas de un ovino.	69
15. Muestras secas de vísceras rojas y blancas.	69
16. Muestras secas procesadas con un molino manual de los diferentes ovinos.	69
17. Carcasas congeladas de ovinos para descarnar	70
18. Esqueleto de ovino después de descarnado.	70
19. Molido de filetes de carne de los diferentes ovinos.	70
20. Emulsificado de carne con equipo.	71

...



21. Muestras de carne emulsificada de los diferentes ovinos.	71
22. Muestras secas y molidas de sangre y vísceras rojas de un ovino con dieta experimental.	71
23. Muestras secas de vísceras blancas y musculo de un ovino con dieta experimental.	72
24. Equipo Solhelt	72
25. Muestras procesadas para determinar materia seca corregida.	72
26. Distribución de los carnerillos según grupo experimental	73
27. Estimación de alimento a ofrecer para ovinos criollos del grupo A	74
28. Estimación de alimento a ofrecer para ovinos criollo del grupo B	74
29. Estimación de alimento a ofrecer para ovinos 3/4 criollo x 1/4 texel del grupo A	75
30. Estimación de alimento a ofrecer para ovinos 3/4 criollo x 1/4 texel del grupo B	75

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto del clorhidrato de ractopamina (RH) sobre la producción y las características de la canal. Metodológicamente la investigación del tipo cuantitativa con enfoque experimental, se utilizó 19 ovinos criollos (C) y 20 criollo $\frac{1}{4}$ x texel $\frac{3}{4}$ (C x T) distribuidos en 04 grupos según raza por un arreglo factorial de 2 x 2 con dos dietas y dos razas, durante 32 días en la región de Puno. La alimentación *ad libitum* y colectiva con dieta a base (18.10% PC y 3.3 Mcal/kg) y dos niveles 0 y 0.05% de RH. El consumo de materia seca (CMS) calculado mediante ecuación del balance de energía a partir del requerimiento energético para ovinos. La ganancia peso vivo (GPV), conversión alimenticia (CA) eficiencia alimenticia (EA). El rendimiento carcasa (RC) entre peso carcasa y el peso vivo. La grasa en carcasa mediante la técnica de sacrificio comparativo y se obtuvo la grasa muscular (GM) y grasa compuesta (GC). El CMS según raza, dieta y a la interacción entre raza y dieta fue significativo ($P < 0,05$). La GPV ($P < 0,05$) y en los demás parámetros productivos no tuvo efecto significativo el RH, en las características de la canal la GC fue significativo por efecto de la raza y su interacción mas no por el tratamiento y en la GM mostro efecto significativo ($P < 0,05$) a la interacción de raza y tratamiento por RH. Se concluye que el RH afecto el CMS, GPV, GM y GC mostrándose como una alternativa para mejorar la producción de carne de ovino con menores cantidades de grasa.

Palabras clave: Alimentación *ad libitum*, clorhidrato de ractopamina, dieta, grasa muscular y grasa compuesta.

ABSTRACT

The purpose of the research was to determine the effect of ractopamine hydrochloride (RH) on production and carcass characteristics. Methodologically, the research is of the quantitative type, experimental approach for which 19 Criollo (C) and 20 Criollo $\frac{1}{4}$ x Texel $\frac{3}{4}$ (C x T) sheep were used, distributed in 04 groups according to breed by a 2 x 2 factorial arrangement with two diets and two breeds, during 32 days in the region of Puno. The ad libitum and collective feeding with base diet (18.10% CP and 3.3 Mcal/kg) and two levels 0 and 0.05% of RH. Dry matter intake (DM) was calculated using the energy balance equation from the energy requirement for sheep. Liveweight gain (LWG), feed conversion (FC), feed efficiency (FE). Carcass yield (CR) between carcass weight and live weight. Carcass fat by comparative slaughter technique and muscle fat (MF) and compound fat (CG) were obtained. The CMS according to breed, diet and the interaction between breed and diet was significant ($P < 0.05$). The GPV ($P < 0.05$) and the other productive parameters were not significantly affected by HR, in the carcass characteristics, the GC was significant due to the effect of the breed and its interaction but not by the treatment, and the GM showed a significant effect ($P < 0.05$) due to the interaction of breed and treatment by HR. It is concluded that the RH affected the CMS, GPV, GM and GC showing itself as an alternative to improve the production of sheep meat with lower amounts of fat.

Keywords: *Ad libitum* feeding, compound fat, diet, ractopamine hydrochloride, and muscle fat.

INTRODUCCIÓN

La producción de ovinos en nuestro país representa el sustento económico de un gran sector de población rural, inclusive se desarrolla en condiciones ambientales adversas como la altitud, hipoxia y temperaturas bajas no haciendo competitivo el sustento económico del poblador andino; la carne de ovino es una fuente de proteína de mucha importancia en la población (Díaz, 2013) los aditivos dietéticos como la ractopamina son utilizados en la industria cárnica en rumiantes para mejorar la eficiencia de la ganancia y modificar las características de la canal de la carne, estos se unen a receptores β adrenérgicos y causan una disminución de la lipogénesis y aumento de la lipólisis (Lean et al., 2014).

El ovino criollo es sobrio de alta resistencia a las condiciones medio ambientales, pero de poca masa muscular (Alencastre, 1997) mientras los corderos obtenidos por el cruzamiento de la raza texel, mejoran la eficiencia alimenticia con una alimentación balanceada. La oveja texel es rustica y sobrevive a condiciones adversas y pasturas de baja calidad (Moya, 2002).

Los β - agonistas adrenérgicos (β AA), se han utilizado en la producción animal, incluido los rumiantes, propiciando una mayor eficiencia de uso del alimento, lo cual se manifiesta en mejorar las características de la canal, así como de la composición química de la carne al reducir la grasa y aumentar el de proteína debido a que los β AA modifican el metabolismo celular, mejoran la eficiencia productiva y la calidad de carne en bovinos y ovinos; la ractopamina es una sustancia segura para uso en la nutrición animal, y sin residuos en los productos destinados para el consumidor (Domínguez et al., 2009).

La inclusión de clorhidrato de ractopamina en la dieta para la alimentación de ovinos criollos y criollo 3/4 x texel 1/4 podría ser una alternativa de mejorar la eficiencia alimenticia y la calidad de la canal, la magnitud de la respuesta varía dependiendo del β AA suministrado, así como de la influencia de factores como la especie, la raza, la edad, el sexo y la dieta. (Mersmann, 1998).

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Ovino

Fernández (1992) afirma que la domesticación del ovino ocurrió en la edad de piedra labrada, fue una de las primeras especies domesticadas por su docilidad, por su tamaño e inofensividad, hace 10000 a 20000 años a.c. la lana de ovino ya fue convertida en tela así confirman los hallazgos encontrados en las ruinas de aldeas lacustres suizas.

1.1.2 Denominación de los ovinos en sus diferentes etapas

Denominación de los ovinos en sus diferentes etapas

Díaz (2013) lo clasifica de la siguiente manera:

- Cordero macho: son las crías desde el nacimiento hasta los 4 meses de edad que es el destete.
- Cordero hembra: crías hembras, desde recién nacido hasta los 4 meses.
- Borreguilla: ovinos hembras desde los 5 meses hasta los 17 meses, desde el destete hasta el primer empadre.
- Carnerillo: ovinos machos desde los 5 meses de edad hasta los 17 meses.
- Caponcito: ovinos machos castrados, desde los 5 meses de edad hasta los 14 meses, desde el destete hasta la primera esquila.
- Borrega u oveja: ovinos hembras mayores a 18 meses, o desde el primer empadre o del primer parto en adelante.
- Carnero: ovinos machos completos mayores de 18 meses o desde el empadre hacia adelante.

1.1.3 Ovino criollo

El ovino criollo se originó en los siglos XVI y XVII con la llegada de los españoles, trajeron ovino desde la Península Ibérica denominados troncos étnicos: Merino. Entrefino, Churra e Ibérico; estos animales tienen características peculiares

- Pigmentaciones en diferentes zonas del cuerpo.
- Poléstrico; excelente aptitud reproductora
- Rusticidad: excelente aptitud para la caminada, adaptados a terrenos agrestes, climas extremos y bajos recursos forrajeros.

Es el resultado de aislamiento geográfico y reproducción endogámica entre familiares, un largo proceso de mutación, que fueron seleccionados en forma natural y artificial (Fulcrand, 2004), es cosmopolita tiene baja producción de carne y lana, los vellones no tienen uniformidad y de fibras gruesas (39 a 40 micras)(Calle, 1997). Su peso vivo varía de 35 a 40 kilogramos.

Calle (1994) indica que son animales periformes, piel fina con relieves óseos, no tiene mucha masa muscular a nivel del lomo y muslos, costillas cortas y pequeñas, las extremidades son alargadas y débiles cuello alargado y pecho estrecho.

Existen varios tipos de ovino criollo, estos se han formado a través de los años en varias ciudades del país debido a su carga genética, la interacción ambiental y el sistema de explotación que lo han denominado ecotipos (Caravaca et al., 2005; Del Rosario, 2000) como el criollo de Piura, Criollo de la Sierra y el criollo de Arequipa (Del Rosario, 2000)

Características físicas de los ecotipos.

Criollo de la sierra: tienen cuerpo en forma de pera, la cabeza pequeña, generalmente con cuernos individuales o bifurcados, presentan manchas marrones en la cara su cuello y cuerpo delgado grupa caída y pequeño grosor de piernas, su peso de 20 a 33 kilogramos en la edad adulta (Arias, et al., 2000; Burfeniing y Chavezle, 1996) las ovejas presentan policromía distintos patrones de pigmentación tamaño pequeño, no muy precoces, reproductivamente buenas y rústicas a (Alencastre, 1997; Fulcrand, 2004) presenta pariciones todo el año están adaptados a climas fríos (Aliaga, 2012).

Criollo de Piura. Desprovistos de lana en las zonas de la barriga, patas y parte del cuello, con poca lana en la parte superior del dorso hacia la grupa y además en los flancos, las hembras pesan de 31 a 34 kilogramos y los machos 40 a 50 kilogramos, reproductivamente son buenas, precoces, poliesticos y prolíficos, habilidad materna buena (Aliaga y Pumayalla, 1990; Calle, 1994; Del Rosario, 2000) se alimentan de abrojos secos y fibrosos y están adaptados a medios ecológicos su subtropicales (Del Rosario, 2000).

Criollo Arequipeño: son de buen tamaño, buenos aplomos carecen de lana en la cara, patas y barriga, su peso en promedio 50 kilogramos en hembras y 70 kilogramos en machos (Del Rosario, 2000).

El ovino criollo se adapta con mucha facilidad a diferentes condiciones ambientales, consumen distintos alimentos desde baja calidad y fibrosos, presentan actividad reproductiva durante todo el año por esta razón el ganado siempre de apoyo en la economía familiar rural (Aliaga, 2009).

Las principales características raciales que presenta el ovino criollo son los siguientes: La cara debe ser limpia, con una mucosa de varios colores y pigmentada; las orejas son pequeñas y recubiertas de pelos; con presencia de uno a varios pares de cuernos en diferentes regiones; las pezuñas son principalmente pigmentadas y de piel gruesa. El peso del ovino adulto es de 20 a 30 Kg; con un vellón de diámetro es 45.6 micras, largo de mecha es de 12.8 cm, peso del vellón sucio es de 1.48 Kg y el rendimiento de carcasa es de 42 a 44% (Alfaro, 2008).

1.1.4 Ovino texel

La raza Texel, de origen holandés, es producto de la cruce de las razas Lincoln y Leicester con ovinos locales (Longwool). Especializada en la producción de carne (AMCO, 2001).

Es un animal dócil lo que facilita su manejo, adaptado a zonas ambientales adverso. Generalmente es usado como raza terminal en los cruzamientos industriales para la producción de corderos magros y precoces a la faena, siendo muy difundida en Europa, Australia Y Nueva Zelanda (ACTA, 2000).

Se buscó una oveja que produciría corderos muy precoces, musculosos de buena calidad: En el mercado interno los corderos que era Europa continental, el exceso de grasa en los cortes de carne fue siempre impopular, lo que se hizo un esfuerzo significativo para producir una oveja que tuviera una baja proporción de deposición de grasa (Livestock., 2000).

Sus características fenotípicas de la raza texel son las siguientes la cara es corta y ancha, la nariz es negra, orejas cortas, su cuello regularmente largo, musculoso en el macho y bien pronunciado en los hombros, pecho profundo, los cuartos traseros son cuadrados, profundos con masas musculares que se expanden hacia los corvejones, bien redondeados hacia afuera de las piernas, la espalda y grupa son anchas, largas y rectas, con buena implantación de las costillas, lomo es ancho, amplio y profundo. Las patas son mediamente largas y rectas, sus huesos son fuertes y grandes. No poseen cuernos, la cara y patas descubiertas, la lana es blanca de mediano grosor (28 -33 micras), su vellón de 3.5 a 5.5. Kg de peso (Squella, 2007), tiene un alto valor carnicero, destaca por su desarrollo del tren posterior y rendimiento de cortes nobles, como el lomo, tiene una menor tasa de engrasamiento a comparación de las razas de Suffolk y poll Dorset (INIA, 2008). En Estados Unidos realizaron estudios donde se analizaron valores de calidad mayor a los obtenidos en animales de cara negra (Suffolk down), para la característica de área de ojo de lomo (Squella, 2007).

Los corderos obtenidos por el cruzamiento de la raza texel, mejoran la eficiencia alimenticia con una alimentación balanceada. La oveja texel es rustica y sobrevive a condiciones adversas y pasturas de baja calidad (Moya, 2002).

Tabla 1

Características de los corderos producto del cruce de criollo $\frac{1}{4}$ x texel $\frac{3}{4}$ en el CE Chuquibambilla.

Características	
Peso al nacimiento (kg)	3.080 ± 0.450
Peso al destete (kg)	26.620 ± 3.410
Peso a los 11 meses (kg)	66.320 ± 6.790
Ganancia diaria de peso (kg)	0.197 ± 0.058
Peso de carcasa a los 11 meses (kg)	32.900 ± 2.640
Rendimiento carcasa a los 11 meses (%)	49.6

Fuente: Alencastre *et al.*(2014)

En INIA Kampenaike, la raza texel ha mostrado un peso promedio al nacimiento de 5.6 Kg en ambos sexos. Al destete (90 días de edad) los valores de peso vivo promedio son de 37.2 Kg para las hembras y 36.9 Kg para los machos. Los ovinos adultos (2 años de edad) alcanzan promedio de 101 kg los machos y 88 kg las hembras(Mujica, 2005).

1.1.5 Sistema intensivo de crianza

Alencastre (1997) menciona que los ovinos por las condiciones de ser herbívoros y ruminantes, se adaptan a crianzas en confinamiento siempre y cuando se les dé condiciones de alimentación y alimentos adecuados, en nuestro medio este tipo de crianza está limitada a planteles, porque su número es reducido.

Díaz (2013) el sistema intensivo es cuando reciben la alimentación en comederos, bien permanentemente en un área establecida; este tipo de crianza se realiza para animales en proceso de engorde, producción de leche y reproductores de plantel. Este sistema busca acumular más energía y obtener mayor ganancia de peso.

1.1.6 Requerimientos nutricionales de los ovinos

Los requerimientos nutricionales de ovinos, son presentados en la tabla 2, planteados según National Research Council en 1987 para ovinos

Tabla 2

Requerimientos nutritivos de ovinos de energía, proteína, forraje, minerales y vitaminas

Peso Vivo	Energía			Peso corporal	Proporciones de dieta		Proteína	Calcio	Fosforo	Vit. A	Vit. E
	N.D.T.	E.D.	E.M.		Concentrado	Forraje					
Kg	%	Mcal/Kg	Mcal/Kg	%	%	%	%	%	%	UI/Kg	UI/Kg
20	78	3.4	2.8	5	85	15	16.9	0.54	0.24	940	20
30	78	3.3	2.7	4.3	85	15	15.1	0.51	0.24	1.085	15
40-60	78	3.3	2.7	3.8-3.0	85	15	14.5	0.55	0.28	1.253	15

Fuente: NRC (1987); NRC (2007)

NDT: nutrientes digestibles totales, ED: energía digestible, EM: energía metabolizable

Tabla 3

Balance de energía en ovinos

Ecuación	Requerimiento	Modelo
Producción de calor	Mantenimiento	$EM_m = 129.7 \text{ Kcal/Wkg}^{0.75}$
Producción de calor	Actividad física	$EM_{AF} = 0.82 \text{ Kcal/h/Kg}$
Retención de energía	Ganancia de peso	$EM_g = 5.81 \text{ Kcal/g}$

Fuente: Salah et al.(2014)

1.1.7 Requerimientos de proteína

Aliaga (2000) indica que el consumo de proteínas es de vital importancia para la formación de tejidos, enzimas, pelos, lana, cuernos, etc. Se sabe que aproximadamente el 50 % de la materia seca del organismo está constituido por proteínas. Bajo las condiciones naturales del pastoreo en la sierra peruana, se considera que la deficiencia de proteína es el principal problema nutricional. Sin embargo, durante la época lluviosa, la proteína no constituye un problema debido al vector del pasto y la selectividad de los ovinos.

Tellez (1996) manifiesta que los animales pueden sintetizar proteínas solo a partir de las proteínas mismas o de los aminoácidos que consumen en sus alimentos; aun cuando algunas veces pueden transformar un aminoácido en otro.

Córdova (1993) define a las proteínas como compuestos orgánicos nitrogenados, formados por asociación de aminoácidos, que constituyen un importante factor en la alimentación animal, como proveedores de elementos plásticos, muy esenciales para la formación de todos los tejidos, células sanguíneas, lana, etc.

Los microorganismos del rumen sintetizan proteína a partir de nitrógeno proteico y no proteico, entonces se puede considerar que el rumen obtiene proteína de dos fuentes: microbial y de la dieta. El animal puede obtener aminoácidos esenciales de la proteína microbiana producida en el rumen a partir de NH_3 .

El consumo deficiente de proteína deduce el apetito, disminuye el consumo de los alimentos, por consiguiente, sus producciones son menores.

Córdova (1993) menciona que la proteína provee del nitrógeno necesario para la formación de tejidos y para nutrir a los microorganismos del rumen, los cuales a su vez ayudan a transformar la energía de las plantas.

1.1.8 Metabolismo de proteína

Church, D., & Pond (1990) sostienen que el metabolismo proteico se divide en dos fases: catabolismos (degradación) y anabolismo (síntesis) ambos procesos se llevan a cabo en forma simultánea en los tejidos de los animales. Los aminoácidos individuales, que son las unidades básicas que requiere el animal para su metabolismo, se encuentra generalmente en la dieta como constituyentes de las proteínas integras que deben hidrolizarse para permitir que los aminoácidos puedan absorberse dentro del organismo.

La hidrolisis de las proteínas de la dieta se lleva a cabo a través de enzimas proteolíticas elaboradas por las células epiteliales que recubre la luz del aparato digestivo y por el páncreas. La eficiencia con la que se efectúa la hidrólisis determina el grado de absorción por los aminoácidos individuales y contribuye al valor nutricional de la proteína dietética. El otro factor importante que contribuye al valor nutricional es el equilibrio de los aminoácidos indispensables absorbibles.

1.1.9 Absorción de aminoácidos

El epitelio intestinal es una barrera eficaz para la difusión de una variedad de sustancias. Existe una transferencia muy limitada de proteínas polipéptidos, o aun de dipéptidos a través del epitelio intestinal, excepto durante el periodo postnatal temprano cuando las ingestiones de proteínas se efectúan por pinocitosis. Algunos dipéptido y tripéptidos se absorben, pero la importancia biológica de este fenómeno no está muy claro. Sin embargo, es muy posible que la absorción de algunas moléculas proteicas o de fragmentos moleculares se relacione con el desarrollo de las alergias.

La absorción de los aminoácidos se lleva a cabo por medio del transporte activo. Membrana limitante de la mucosa intestinal (intestino delgado) contiene por lo menos dos sistemas de transporte activo, uno para los aminoácidos neutrales y otro para los aminoácidos básicos. El aminoácido se mueve a través de la membrana

celular intestinal en contra de un gradiente de concentración que requiere de la energía suministrada por el metabolismo celular.

1.1.10 Requerimientos de energía

Aliaga (2000) indica que el funcionamiento del organismo ocasiona gastos de energía, el animal lo obtiene de los carbohidratos, grasas, y proteínas contenidas en la dieta.

Córdova (1993) señala que los insumos proteicos y energéticos que generalmente se utilizan en la alimentación de los animales, además de cubrir los requerimientos proteicos y energéticos de estos también deben cubrir, en lo posible los requerimientos de otros nutrientes tales como aditivos y minerales.

Sanches (2003) menciona que; la energía insuficiente puede ocasionar lentitud o cese de crecimiento, pérdida de peso, fallas en la producción, aumento de la mortalidad y mayores infecciones parasitarias, a causa de que las resistencias son menores. Los alimentos, forrajes energéticos pierden su calidad, por lo general, por la excesiva madurez de las plantas forrajeras.

Cullison (1983) indica que el requerimiento de energía para el engorde debe estar como energía metabolizable y puede ser suministrado por: almidones, azúcares, celulosas, proteínas y grasas.

Corah (1996) sostiene que el almidón azúcares y fibras, contenidos en un concentrado son las principales fuentes de energía para el rumiante, estos al ser fermentados por los microorganismos del rumen producen ácidos grasos volátiles (AGV) que son:

- Ácido acético.
- Ácido propiónico.
- Ácido butírico

1.1.11 Requerimientos de minerales

Sanches (2003) señala que los minerales se encuentran casi en todos los forrajes, principalmente en pastos maduros, henos de pastos o de cereales, el calcio se encuentra en henos de cebada y trigo; el fósforo se encuentra en remolacha forrajera. Los pastos y los henos verdes son fuentes excelentes de casi todas las vitaminas.

(Bueno, 2000) sugiere que los minerales cumplen funciones diversas en el organismo, entre los macro minerales el calcio y fósforo, en mayor magnitud el flúor, silicio y magnesio en menor magnitud, son componentes estructurales de los huesos, permitiendo la rigidez, dureza y estabilidad mecánica de los mismos.

1.1.12 Requerimientos de vitaminas

Aliaga (2000) menciona que las vitaminas son sustancias esenciales para el normal funcionamiento del organismo animal, los rumiantes se benefician del trabajo de síntesis de vitaminas del complejo B.

Bueno (2000) considera que las vitaminas son compuestos orgánicos específicos, con función catalítica, necesarios para el normal funcionamiento del organismo.

Espesúa (2001) indica que las vitaminas son sustancias orgánicas de constitución química, relativamente sencilla, no definida, que se encuentra en los alimentos y que, en dosis infinitesimales, son indispensables para regular todos los procesos fisiológicos fundamentalmente.

Las vitaminas son sustancias orgánicas requeridas por el animal en pequeñísimas cantidades para la regulación de varios procesos destinados a mantener una fisiología perfecta en el animal (Cullison, 1983).

1.1.13 Requerimientos de agua

El organismo animal está constituido más del 50 % de agua (Cullison, 1983), el agua utilizada por el organismo animal proviene de los alimentos, agua de bebida y agua metabólica y su requerimiento es de 3 a 4 litros /día., el agua se pierde a través de las heces, orina, al respirar y en forma de sudor, el agua participa en el metabolismo intermedio, en su totalidad las reacciones químicas requieren de agua, cumple una función principal en el transporte de eliminación de residuos(Squires, 1993) los requerimientos de agua es 10 % de su peso vivo al pastoreo y un 15 % con dieta en base a concentrado.(Gutierrez, et al., 2001), varía el consumo de agua por factores como temperatura y humedad ambiental, presencia de lana o pelo, estado productivo y reproductivo y finalmente por la edad. (Galindo y Cordero, 1982).

1.1.14 Factores que afectan el consumo de materia seca

El consumo de materia seca está relacionado con la cantidad de alimento disponible y también de las características propias del ovino, siendo lo más determinantes el tamaño corporal y el estado fisiológico. Si se pone a libre disposición un recurso forrajero en un rebaño entonces el consumo solo estará limitado por la capacidad de ingestión de los animales (Castellaro et al., 2015)

Tabla 4

Consumo de MS de diferentes categorías de ovinos, expresado como porcentaje del peso vivo.

Categoría de ovino	Consumo de MS (% del peso vivo) ¹
Corderos de 30 Kg	4,3
Corderos de 40 Kg	3,75
Ovejas de 50-60 Kg	
Mantención	1,8 -2,0
Gestación tardía	2,8-3,4
Lactancia temprana (6-8 semanas)	3,8 -4,2 (simples) 4,3 -4,8 (dobles)
Flushing	2,8-3,2

¹ El valor de consumo de MS dependerá del estado fisiológico en que el animal se encuentra, como también de la digestibilidad y disponibilidad de la MS ofrecida.

Fuente: Castellaro et al. (2015)

a) Tamaño corporal

Si la capacidad física del tracto digestivo no es un factor limitante, el máximo nivel de consumo se manifiesta por efectos de los requerimientos energéticos del animal. La demanda de energía es proporcional al tamaño corporal o peso metabólico (NRC, 1987).

De esta forma las necesidades de energía por unidad de peso de animales menores son mayores que para animales de talla grande, reflejándose en una relación más eficiente de la dieta de los primeros (Allison, 1985).

b) Condición corporal

Los animales delgados comen más que los animales gordos, esto también se relaciona al consumo y crecimiento compensatorio es decir animales que pasaron por un periodo de subnutrición comen más por unidad de peso vivo que animales que estaban bien alimentados previamente (Minson, 1990).

Con relación a lo dicho anteriormente, se ha demostrado que los animales restringidos tienen mayor consumo en relación a su peso metabólico, se debe a: un tubo digestivo más grande en relación a su peso corporal, los depósitos de grasa en el tubo digestivo son mayores en los animales no restringidos (Bavera et al., 2005)

c) Suplementación

La adición de RAC es un agonista β adrenérgico ($A\beta A$) usado para mejorar las características deseables sobre la producción y la calidad de la carne (García, 2017).

1.1.15 Parámetros productivos

a) Ganancia de peso vivo

El peso vivo y rendimiento de la carcasa, el tamaño y características de la canal, dependen del genotipo, edad y alimentación, esta última determina el peso, la edad, la faena, el grado de terminación de animal a su vez, el rendimiento y la composición de canal. El rendimiento de la canal se define como el cociente entre peso de la canal caliente y el peso del animal vivo, expresado en porcentajes este aumenta con el peso del animal hasta cierto punto relacionado con la edad, la posteriormente disminuye. Esto significa que los animales que se faenan anticipadamente o a bajo peso, así como los excesivamente gordos (grasa visceral) tiene menor rendimiento (Molinuevo, 1995).

b) Conversión alimenticia

Se describe como los kilogramos de alimentos requeridos para alcanzar un kilogramo de producto. Además, la conversión es mejor mientras más baja sea, es decir, una conversión alimenticia de 2.0 es mejor que una de 2.2; considera que los rumiantes de quienes se obtiene carne tiene una conversión grande, pero ellos pueden aprovechar la fibra de los alimentos, capacidad que no tienen las aves ni los cerdos. (Shimada, 2009)

c) Eficiencia alimenticia

Consiste en expresar los gramos de peso que se obtiene por cada kilogramo de alimento consumido, la eficiencia será mejor mientras más grande sea su valor, es decir una eficiencia de 0.50 es mejor que una de 0.45. (Ramirez y Roque, 2009)

d) Rendimiento de carcasa

El rendimiento es la proporción de la canal o carne o propiamente dicho con respecto al peso vivo del animal. No hay diferencias apréciables o importantes entre el rendimiento entre hembras y machos enteros o castrados en alpacas (Bustinza et al., 1993).

Afecta una serie de factores que influye en el peso y en el rendimiento a la canal en mayor o menor medida entre los que figura factores intrínsecos (raza, individuo, sexo y edad), factores productivos (alimentación, sistema de explotación, aditivos y finalizadores) y factores pre y post sacrificio (ayuno, transporte, temperatura y tipo de refrigeración) (Sañudo, 1997).

1.1.16 Fisiología del sistema nervioso

a) Sistema nervioso autónomo

El sistema nervioso vegetativo o autónomo (SNA) interviene en la regulación de los órganos internos, adaptándolos a las necesidades del momento, controlando de esta forma el medio interno. El SNA, atendiendo a criterios anatómicos, neuroquímicos y funcionales está dividido en sistema nervioso simpático (SNS) y parasimpático (SNP) y en conjunto inervan a las vísceras, glándulas, vasos sanguíneos y corazón (Palomeque, 2005).

Los estímulos provocados por el SNS y el SNP son fisiológicamente antagónicos, ya que las neuronas de ambos producen efectos opuestos en la mayoría de los órganos, sin embargo, ambas divisiones del SNA operan en conjunto para mantener un medio interno estable (Snell, 2007). La función del SNS consiste en preparar al organismo para una emergencia, incrementando la frecuencia cardiaca y la redistribución de la sangre desde la piel y vísceras hacia el encéfalo, el corazón y el músculo esquelético; favoreciendo además la inhibición del músculo liso bronquial e intestinal y el cierre de esfínteres, con un aumento en la piloerección y sudoración. Por su parte, las actividades del SNP están dirigidas a conservar y restablecer la energía, promoviendo una disminución de la frecuencia cardiaca, un aumento en el peristaltismo y de la actividad glandular, la activación de las funciones secretoras del aparato digestivo y la vasodilatación en vísceras (Snell, 2007).

La adrenalina (A) y especialmente la noradrenalina (NA) son los principales neurotransmisores producidos en las terminaciones simpáticas adrenérgicas, mientras que la acetilcolina (AC) se asocia generalmente a los nervios parasimpáticos (Netter, 2005). La NA y principalmente la A son producidas y segregadas por las células de la medula adrenal cuando son activadas por neuronas preganglionares (Cunningham, 2009).

Receptores del sistema nervioso autónomo

La comunicación entre las neuronas del SNA está mediada por dos tipos de receptores según el neurotransmisor empleado, los cuales se denominan colinérgicos si son estimulados por AC, o adrenérgicos si son estimulados por A o NA (Cunningham, 2009).

Receptores adrenérgicos

Existen dos tipos de receptores adrenérgicos (RA- α) y beta (RA- β), de los cuales se han encontrado seis subtipos de RA- α , localizados en distintas partes de numerosos tejidos del organismo (Lynch y Ryall, 2008).

Receptores adrenérgicos α :

Los RA- α se subdividen en dos grupos: α_1 (con subtipos: α_1A , α_1B y α_1D) y α_2 (con subtipos: α_2A , α_2B y α_2C) (Lynch y Ryall, 2008). Los α_1 se han localizado en vasos sanguíneos, músculo liso y corazón (Strosberg, 1993) y poseen efectos sobre la vasoconstricción de arteriolas, contracción del miometrio, regulación de la presión sanguínea y adaptación cardíaca al estrés (Lynch y Ryall, 2008). Los receptores α_2 se han localizado en la porción pre-sináptica, con un efecto auto-inhibitorio de la liberación de NA (Mac Hadley, 1988) y (Cardinali y Dvorkin, 1999); en el SNC con localización post-sináptica, en vasos sanguíneos, páncreas y plaquetas: y poseen un papel importante en la liberación de neurotransmisores, el desempeño cardiovascular y la respuesta a la sedación (anestesia y analgesia), con un efecto preponderante en la constricción de arteriolas pre-capilares (Lynch y Ryall, 2008).

Receptores adrenérgicos β

Se han encontrado y clonado tres subtipos de RA- β , denominados: β_1 , β_2 , β_3 , los cuales se encuentran presentes en la mayoría de las células de los mamíferos, aunque

la distribución de los subtipos y sus proporciones varían entre los tejidos de cada especie (Mersmann, 2002). Estos receptores difieren en el largo de la cadena de aminoácidos: β_1 , 477 aminoácidos, β_2 , 413 aminoácidos y β_3 , 408 aminoácidos (Strosberg, 1993).

La homología de los tres subtipos de receptores β - adrenérgicos entre especies es de 45-60%, mientras la homología entre especies para cada subtipo es mayor al 70%, además, la localización de estos receptores está muy relacionada con los efectos que éstos inducen (Mersmann, 2002).

Se han encontrado que receptores β_1 , son post-sinápticos, pero pueden hallarse pre-sinápticos y están localizados en el corazón, en plaquetas y glándulas salivales.

Su activación ocasiona incrementos en la fuerza de contracción y en la frecuencia cardiaca, agregación plaquetaria y secreción de amilasa de las glándulas salivales. Si se encuentra en la porción pre-sináptica, al activarse ocasiona un incremento en la liberación de noradrenalina (Norman y Litwack, 1997).

Los receptores β_2 también son post-sinápticos y están localizados en vasos sanguíneos, bronquios, tracto gastro-intestinal, músculo esquelético, hígado y células cebadas; su activación genera vasodilatación, bronco-dilatación, disminución de la motilidad y tono gástrico intestinal, induce relajación de la vesícula y ductos biliares, provoca relajación del miometro, induce glucógenolisis en hígado, en páncreas induce la liberación de insulina y glucagón. En músculo provoca la glucogenólisis y la producción de lactato (Mac Hadley, 1988) y (NRC, 1994) y también se le ha asociado con la ganancia de tejido muscular (Lynch y Ryall, 2008).

Los receptores β_3 se han encontrado principalmente en ratas en el tejido adiposo y se ha encontrado RNAm en el músculo esquelético, hígado e ileon. En experimentos recientes se ha encontrado RNAm de este receptor en cerebelo, hipocampo y cuerpo estriado así mismo se ha reportado en el estómago y en colon e ileon. Estos receptores al ser activados ocasionan lipólisis y termogénesis, y reduce el consumo voluntario e incluso puede tener efectos antidepresivos (Norman y Litwack, 1997).

b) Transducción de la señal

Todos los receptores adrenérgicos pertenecen a la familia de receptores acopiados a la proteína G, denominados GPCR (por sus siglas en inglés, guanine nucleotide G

protein-coupled receptor), la cual comprende el mayor grupo de receptores celulares de superficie en los mamíferos y que abarcan > 1% del genoma humano (Fredriksson et al., 2003).

El mecanismo de acción del receptor α_1 es ocasionando por el acoplamiento con las isoformas $G_{\alpha q}$ y $G_{\alpha_{11}}$ ocasionando producción de fosfoinositol 3-quinasa (PI3) y diacil-glicerol (DAG) por lo que su actividad es activar enzimas dependientes de calcio. Mientras que el mecanismo para el receptor α_2 es la inhibición de la adenilato ciclasa, por lo se reduce el AMPAc intracelular y la inhibición de proteína quinsa A (PKA), evitando la actividad de enzimas dependientes de esta (Norman y Litwack, 1997) y (Lynch y Ryall, 2008).

El mecanismo de acción de los tres tipos de receptores β se da mediante el acoplamiento a las isoformas de proteína $G_{\alpha s}$, lo cual activa simultáneamente los procesos de activación e inhibición de RA (Lynch y Ryall, 2008). El proceso de activación es iniciado por el dímero $G\beta\gamma$ y la subunidad G_{α} , lo cual inicia la activación de la cascada de eventos que generan la respuesta celular mediada por las vías PI3/proteína quinasa B (AKT) y AMPc/PKA mientras que el proceso de desensibilización del receptor se da a través una enzima cinasa de receptores β adrenérgicos (β -adrenergic receptor kinase, β ARK, por sus siglas en inglés) que fosforila sitios específicos localizados en la cuarta asa intracelular (Lynch y Ryall, 2008). Esta enzima ocasiona un desacoplamiento de la proteína G y el receptor a través de la unión de una molécula llamada β -arrestina (Hadley, 1988) y (Mersmann, 1998). La β -arrestina funciona como una proteína adaptadora que promueve la internalización de los receptores mediante pozos cubiertos de clatrina (Norman y Litwack, 1997). Los receptores internalizados pueden ser reciclados hacia la membrana o degradados (Lynch y Ryall, 2008).

1.1.17 Agonista β adrenérgico

a) Ractopamina

El clorhidrato de Ractopamina es un promotor de crecimiento que pertenece a los grupos de los beta-agonistas, que promueven la síntesis y el depósito de proteína en las fibras musculares, incrementando la ganancia de peso diario, además mejora la eficiencia y conversión alimenticia del ovino destinado para el sacrificio en la etapa de finalización.

La RAC es una molécula orgánica pequeña clasificada por su estructura química como feniletanolamina. RAC actúa como un agonista β - adrenérgico ($A\beta A$), estimulando los receptores beta a nivel de la membrana celular, los cuales están presentes tanto en el músculo esquelético como en el tejido adiposo y son los encargados de modificar las características de la canal sin requerir tiempo de retiro antes del sacrificio (Muller, 2000). Se evidenció que la RAC posee propiedades significantes de agonistas β_1 y β_2 (Colbert et al., 1991). La estructura general de los $A\beta A$ consta de un anillo aromático, un grupo hidroxilo unido al carbono β , un nitrógeno alifático y una cadena R (Smith, 1998).

En general, los $A\beta A$ se aplican a los broncodilatadores para el tratamiento en humanos de enfermedades pulmonares y el asma (Kuiper et al., 1998). En alimentación animal, los $A\beta A$, han sido utilizados como promotores de crecimiento y repartidor de nutrientes (Xiong et al., 2006). Su uso como aditivo ha sido prohibido en algunos países como China (MOA Reglamento 176 de 2002 República Popular de China) y la Unión Europea (Decisión de la Comisión 1996/23 / CE). Sin embargo, en el 2003, el RAC fue aprobado por la Food & Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos de Norte América para su uso en el ganado vacuno de acabado.

La RAC se comercializa como una mezcla de cuatro estereoisómeros (RR, RS, SR, SS) y es utilizado como aditivo en la alimentación de los animales domésticos debido a su papel en la disminución de la deposición de tejido adiposo y aumento en la acumulación de proteína (Xiong et al., 2006). Ricke et al., (1999) demostraron en un estudio realizado en ratas que el isómero RR de RAC es el responsable de la mayoría de los efectos en la disminución de grasa en la carne.

El metabolismo de los $A\beta A$ y la afinidad para unirse a sus receptores están afectados por las sustituciones que se realizan en el anillo aromático con distintos radicales; mientras que el grupo amino al encontrarse ionizado provoca que la mayoría de los $A\beta A$ no sean lipofílicos a menos que existan regiones dentro de la molécula que sean lipofílicas e interactúen con la grasa; por su parte, el carbono β determina la quiralidad (estereoisómeros levógiros y dextrógiros), la cual es determinante para que el $A\beta A$ tenga actividad biológica (Smith, 1998). Mersmann (1998) señala que la actividad biológica de los $A\beta A$ depende de la afinidad por los receptores β adrenérgicos y de su

composición química, características que afectan la absorción, distribución, metabolismo y eliminación de los compuestos.

b) Efecto del uso de la ractopamina

La ractopamina actúa liberando nutrientes y estimulando la síntesis de proteína en los animales por lo que se puede evidenciar una importante mejora de la ganancia de peso, de la conversión alimenticia y de algunos parámetros de la carcasa. El efecto de la RAC sobre estos parámetros puede ser explicado por las alteraciones metabólicas provocadas por el aditivo, principalmente en la síntesis de proteína, que se evidencia en el aumento de la proteína en la carcasa que agrega 35% de agua ligada al músculo (Cuarón et al., 2002).

La ractopamina tiene influencia sobre la deposición de músculo o grasa y está relacionado con la respuesta celular incluyendo lipólisis, gluconeogenesis y la estimulación de la glucogenolisis. En el tejido adiposo la activación de los receptores β -adrenérgicos promueve la degradación de lípidos y reduce el contenido de grasa corporal.(Armstrong et al., 2004) por lo tanto; el incremento en el contenido de carne magra está relacionado por la reducción de la síntesis de tejido adiposo y por el incremento correspondiente a la síntesis de proteína del tejido muscular.

El flujo de glucosa y de aminoácidos a los miocitos provoca un aumento en la tasa de síntesis de proteína y finalmente una hipertrofia de los miofibrilos, sobre todo en el tejido muscular estriado, lo que promueve un crecimiento del músculo, muy parecido al que se induce por el ejercicio en individuos adultos. El número de fibras musculares se mantiene, pero el tamaño o diámetro de las fibras se incrementa; además (importante en la calidad de la carne), no se altera la proporción entre las fibras blancas y rojas (Cuarón et al., 2002).

La adición de RAC hace que las fibras musculares se agranden y con ello el animal alcanza más peso al sacrificio y por lo tanto, más peso de los cortes primarios, pero sin aumentar el número de fibras. Sin embargo, la respuesta al uso de RAC disminuye con el tiempo, siendo más pronunciada durante las dos primeras semanas, reduciéndose posteriormente (See et al., 2004) principalmente debido a la retroregulación de los receptores β , por lo que no es posible utilizarla por mucho tiempo, siendo el período normal de uso de 21 a 28 días, aunque hay estudios en los que se deja un lapso de

tiempo para que los receptores vuelvan a la normalidad y se comienza a usar nuevamente, esta no es una práctica habitual (Fernández et al., 2002).

El período más apropiado para la utilización de RAC es al final del engorde, debido a que en esta etapa la categoría en la cual los animales están destinando más cantidad de nutrientes para la síntesis de grasa y la síntesis de proteína está cayendo en este momento, es entonces cuando mayores ventajas se obtienen (Rikard-Bell et al., 2009). En cerdos se utiliza a una dosis de 5 a 10 ppm para aumentar la ganancia de peso y mejorar la conversión alimenticia, así mismo incrementar la dosis de 10 a 20 ppm aumenta la magrez de la canal y el porcentaje de rendimiento de la misma (Armstrong et al., 2004).

Los resultados respecto a ganancia de peso, conversión alimenticia y al tejido magro con el uso de RAC son en general dosis dependiente y no se observan variaciones en el consumo de alimento (Adeola *et al.*, 1990);(Armstrong *et al.*, 2004); (See *et al.*, 2004); (Weber *et al.*, 2006) o incluso puede decrecer un poco. Los primeros estudios con RAC fueron llevados a cabo con una dosis de 20 ppm de alimento donde las respuestas en la carcasa son máximos(Armstrong et al., 2004) pero sin embargo esta dosis en muchos países no presenta la mejor rentabilidad(Brumm, Miller, & Thaler, 2004); (Crome et al., 1996).

La RAC altera la forma en que los nutrientes se dirigen hacia los depósitos de grasa y acumulación de músculo. El tejido adiposo se reduce a través de una disminución en la tasa de la lipogénesis, un aumento de la lipólisis, un aumento de la síntesis de proteínas musculares y un aumento en la abundancia de ARNm de la miosina y la actina (Helferich et al., 1988). RAC reduce la grasa y aumenta la musculatura al tiempo que mejora el rendimiento del crecimiento (Jones et al., 1988).

c) Farmacocinética

La RAC al igual que otros A β A son fármacos que pueden ser detectados en sangre rápidamente después de su administración oral y su excreción y a pesar de ser rápida permite que ocurra acumulación del compuesto en tratamientos crónicos (Byrem et al., 1992). En animales domésticos y humanos presenta una rápida y muy completa absorción vía digestiva (Smith, 1998) y presenta una excelente biodisponibilidad (Smith, 2000). En general, el pH del tracto gastrointestinal influye en la absorción, un pH ácido en el favorece la ionización del compuesto, mientras que un pH neutro

disminuye la ionización y favorece la absorción pasiva a través de la mucosa intestinal. Los niveles plasmáticos más altos se alcanzan 1 y 3 horas después de la administración oral (Smith, 1998); (Sumano et al., 2002).

La unión a proteínas plasmáticas en la mayoría de los β -agonistas es insignificante y existe una considerable distribución extravascular de la dosis administrada. La eliminación por vía intravenosa es predominantemente renal mientras que las dosis vía oral son eliminadas por biotransformación (Morgan, 1990). La biotransformación está determinada también por factores ambientales o genéticos y por interacción con otros medicamentos, por lo que los efectos pueden cambiar de un individuo a otro (variación inter-individual) o inclusive en el mismo individuo a diferentes dosis (variación intra-individual) ((Brès et al., 1985). Más del 50% de los compuestos A β A se eliminan en las 48 h siguientes a la administración, principalmente por vía urinaria (Shelver y Smith, 2002).

Smith, (2000) encontró en cerdos que recibieron dietas con 1 ppm RAC por 7 días, los residuos totales en la canal de cerdos sin periodo de retiro fueron altos en pulmones e hígado, siendo el doble de altos a los residuos encontrados en riñón y 15 veces más que los hallados en el músculo esquelético y tejido adiposo. Así, a los 3 días del retiro los residuos en hígado disminuyeron 10 veces su valor, aunque fueron mayores a los encontrados en otros tejidos, mientras que, a los 7 días del retiro, los residuos en músculos, grasa y vísceras disminuyeron a menos de 5 ppb, con excepción del hígado en el que aún se encontraron 15 ppb.

Smith y Shelver (2002) midieron la excreción urinaria y residuos de RAC en hígado y riñones de vaquillas, ovejas y patos; encontrando que tanto bovinos como ovinos excretan cantidades detectables de residuos de RAC y metabolitos en la orina hasta por 5 a 7 días post-retiro. En cambio, no encontraron residuos detectables de RAC en vísceras de pato, aún sin periodo de retiro; mientras que, en ovejas y vaquillas, los residuos en hígado y riñón desaparecieron a un nivel no detectable (2.5 ppb) a los 7 días.

La RAC se une a la melanina en pelo y tejido pigmentado del ojo, y pueden ser detectados en estos tejidos por más tiempo que en otros como los músculos y vísceras (Smith y Shelver, 2002). Cabe mencionar que para los A β A como RAC, el fármaco original es el residuo marcador único de importancia sanitaria, por lo que se

considera a lo encontrado como el 100% de los residuos totales en el músculo, la grasa y la leche y 60% de los residuos totales en el hígado y riñón (Sumano et al., 2002).

Dunshea et al. (1993) encontraron que la deposición de proteína en respuesta a la RAC se anula en dietas con bajo contenido de PC (8.5%), mientras que se obtiene un incremento de 21% en la deposición al incrementar en 3% el contenido de proteína en la dieta. Este efecto se explica ya que los agonistas β -adrenérgicos incrementan la eficiencia con la cual esta proteína es utilizada para el crecimiento (Reeds y Mersmann, 1991).

Existe evidencia del incremento en los niveles sanguíneos de ácidos grasos libres posterior a la aplicación de RAC, en bovinos, ovinos y cerdos, lo cual es indicativo de un mecanismo lipolítico agudo (Dunshea et al., 1993). Sin embargo, este efecto se pierde a los 8 días del inicio del tratamiento con RAC, en cerdos (Dunshea et al., 1993). O'Connor, Butler, Finnerty, Hogue, & Beermann, (1991) mencionan que el efecto lipolítico agudo no es el principal mecanismo por el cual los A β A provocan la reducción en el tejido adiposo, sino que es el mecanismo anti-lipogénico.

Page et al. (2004), encontraron un incremento en la apoptosis (muerte celular programada) del tejido adiposo en ratas que recibieron RAC por 21 días, aunque señalan que el mecanismo de estos hallazgos aún se desconoce. Los cambios tanto en el tejido muscular como en el tejido adiposo han mostrado ser transitorios, ya que en tratamientos crónicos se induce una reducción en la respuesta, reduciendo las diferencias entre los animales control y tratados (Spurlock et al., 1994); (Birkelo, 2003).

En tratamientos crónicos, la insulina y la glucosa regresan a niveles basales (Zimmerli y Blum, 1990);(Mersmann, 2002). Más aún los niveles de insulina pueden ser menores comparados con los previos al tratamiento (O'Connor et al., 1991), sin afectar la utilización de glucosa por los tejidos (Eisemann y Huntington, 1988).O'Connor et al. (1991) atribuyen esta disminución en los niveles de insulina a un aumento en la sensibilidad de los tejidos hacia la insulina; sin embargo, (Eisemann y Bristol, 1998) en una investigación posterior, concluyen que no existe evidencia para afirmar que exista un cambio en la sensibilidad o respuesta de los tejidos a la insulina como un mecanismo de acción de RAC sobre la canal.

d) Interacción de ractopamina con otros nutrientes

Para optimizar el efecto de la RAC sobre el desempeño productivo y las características de la canal se han realizado diversos estudios donde se ha observado la interacción entre la RAC con otros nutrientes incluidos en la dieta (Crome et al., 1996). El incremento de lisina en la dieta se asocia a mejores características de la canal. La grasa dorsal y el contenido de carne magra en cerdos alimentados con dietas adicionadas con RAC alcanzaron su punto óptimo con un contenido de 1% de lisina digestible. Para que tenga un buen funcionamiento la RAC no solo es necesario el aporte de lisina y proteína sino también interacción con la energía. Las características de la canal tales como rendimiento de la canal, área del músculo Longissimus dorsi (AMLD), grosor de grasa dorsal, masa muscular, contenido de grasa, deposición de proteína son mejoradas con los β -agonistas sin que se afecten negativamente los factores de la calidad de la carne (ternura, jugosidad, marmoleo, color, sabor firmeza) (Chávez et al., 2004).

Schinckel et al. (2003) señalan que el nivel de lisina suministrado en la dieta afecta la magnitud de la respuesta de RAC sobre las características de la canal. Sin embargo, Pérez *et al.* (2005) observaron en cerdos sin RAC y con el incremento de los niveles de lisina había una tendencia a disminuir el AMLD y un aumento al añadirse la RAC a mayores niveles de lisina. Schinckel et al. (2003) observaron una tendencia al aumento del AMLD a medida que se incrementaba el nivel de lisina (0, 0.82 y 1.08%) en combinación con 20 ppm de RAC. Sin embargo, es importante considerar que los efectos de la RAC están influenciados por la sensibilidad de tejido adiposo y la baja regulación del β -adrenoreceptor (Liu *et al.*, 1994).

Igualmente, la concentración de proteína cruda fue dependiente del nivel de lisina y RAC en la dieta ($P < 0.05$), donde la inclusión de RAC indujo a una mayor concentración de PC en el músculo, la cual incrementó al aumentar el nivel de lisina suministrado en 25.45; 25.81 y 25.86% a 0.95; 1.05 y 1.15%, respectivamente, contra los mismos niveles de lisina sin RAC 25.11; 25.83 y 24.44%. (Lawrie, 1998) reportó un contenido de PC en el músculo de 22.5%. La RAC induce el incremento del gen transcriptor α -actina y al incremento de ácido ribonucleico mensajero (ARNm) y probablemente otras proteínas miofibrilares, las cuales incrementan la síntesis proteica y disminuyen la degradación proteica (Grant et al, 1995). Es importante señalar que la

retención de nitrógeno es un proceso energético dependiente, en donde el potencial de retención nitrogenado se alcanza a un determinado nivel de ingestión energética (Noblet y Henry, 1993).

e) Utilización de ractopamina en alimentación animal

La RAC ha sido aprobada para su uso en animales de abasto en países como México (NOM, 2002) y Estados Unidos (FDA, 2000). La mayoría de los estudios con RAC se han conducido principalmente en la etapa de acabado de cerdos, ya que en esta especie favorece el incremento en la retención de nitrógeno y el crecimiento, disminuyendo la cantidad de grasa en la canal con el consecuente aumento en la ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia, rendimiento de la canal y disminución de la grasa de la canal (Anderson et al., 1987);(Armstrong *et al.*, 2004)(See *et al.*, 2004).

Tanto en bovinos como ovinos se han reportado incrementos en la ganancia de peso, eficiencia alimenticia y aumento de peso corporal total con el uso de RAC (Abney *et al.*, 2007);(Robles-Estrada *et al.*, 2009).

Un efecto secundario interesante y que ha sido poco estudiado es el reportado por (Marchant et al., 2002), quienes señalan que los cerdos a los que se les administró RAC por cuatro semanas fueron más difíciles de manejar y tuvieron altas concentraciones de catecolaminas en sangre y una alta frecuencia cardíaca. Sin embargo, Baszczak *et al.* (2006) no observaron efectos adversos por la suplementación con ractopamina en el comportamiento del ganado bovino.

No se han reportado efectos tóxicos de RAC en animales ni por la ingesta de productos cárnicos derivados del uso de estos agentes (Sumano *et al.*, 2002). La contaminación de alimentos por A β A es considerado un problema de salud pública en Estados Unidos (Mitchell y Dunnavan, 1998), mientras que en la Unión Europea se prohíbe el uso de A β A para fines distintos a los de terapéutica veterinaria (Kuiper *et al.*, 1998). Sin embargo, al encontrar residuos en tejidos animales es imposible determinar si estos provienen del uso terapéutico legal o del uso ilegal como promotor del crecimiento (Smith, 1998).

1.2 Antecedentes

Robalino (2013) realizó un trabajo de investigación con ovinos de la raza corral de 6 meses de edad del sexo macho comparando el efecto del clorhidrato de ractopamina

y lactotropina. Siendo superior el consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso vivo con la adición de lactotropina. Y la mejor rentabilidad lo obtuvo con el clorhidrato de ractopamina.

Romero-Maya *et al.* (2013) en un estudio realizado tuvo como objetivo evaluar los efectos del clorhidrato de ractopamina (RAC) en el rendimiento del crecimiento y las características de la canal de corderos. Para este propósito utilizó 48 corderos y cuatro niveles de RAC (0, 10, 20 y 30 mg / kg de dieta). Los corderos alimentados con 20 mg de RAC tuvieron el mayor peso en canal, el apósito, el peso de las patas y el área de longissimus en comparación con 0, 10 y 30 mg de RAC. Se concluyó que la adición de 20 mg de RAC/ kg de dieta de acabado tiene es la que tiene mejor respuesta.

López-Carlos *et al.* (2010) evaluó el efecto de los agonistas β -adrenérgicos clorhidrato de ractopamina y el clorhidrato de zilpaterol (ZH) sobre el rendimiento del crecimiento y las características de la carcasa se determinaron en 84 corderos durante un ensayo de alimentación de 42 días. Las características del desempeño productivo no se vieron afectadas por la administración RAC o RH, pero sin embargo si mejoró las características de la carcasa, (aumento de la musculatura y reducido contenido de grasa), el ZH mostró efectos más evidentes que los de RH para casi todas las características de la carcasa.

García (2017) evaluó el efecto del Clorhidrato de Ractopamina (RAC) y el nivel de proteína de la dieta sobre la respuesta productiva y características de la carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Se emplearon 96 cuyes machos de 49 días de edad. No se evidenció efecto por adición de RAC ni de niveles de proteína en la ganancia de peso, conversión alimenticia, grasa de cobertura, rendimiento de carcasa. En cuanto a las características de la carcasa no hay efecto de adición de RAC ni de niveles de proteína en el contenido de proteína de la carcasa.

Lean *et al.* (2014) realizó un meta-análisis de 50 trabajos de los efectos de los beta-agonistas del clorhidrato de zilpaterol (ZH) y del clorhidrato de ractopamina (RAC) en el rendimiento del canal, eficiencia de la alimentación, las características de la canal del ganado y la fuerza de corte de Warner Bratzler (WBSF) de los músculos. Se realizó para evaluar el efecto del uso de estos agentes en la producción de carne y la calidad de la carne y para proporcionar datos que serían útiles en consideraciones sobre el efecto de estos agentes en la calidad de la carne en las evaluaciones de Meat

Standards Australia. Ambos agentes aumentaron notablemente el aumento de peso, el peso de la canal caliente y el área del músculo longissimus y aumentaron la eficiencia de la alimentación. Estos efectos fueron particularmente grandes para ambos, sin embargo, el grosor de la grasa disminuyó con la ZH, pero no con el RAC. ZH fue superior que el RAC en el WBSF. Hay evidencia en los estudios de ZH, en particular, de una profunda re-partición de nutrientes desde depósitos de grasa a proteínas.

Rojas (2017) realizó un trabajo de investigación donde evaluó el efecto de la suplementación de un modificador orgánico en el proceso de engorde de carnerillos, el modificador orgánico fue evaluado en tres niveles (1,1.5,2ml); donde se obtuvo la mayor ganancia de peso, mayor porcentaje de materia seca, proteína y rendimiento de carcasa en el nivel de suplementar 2 ml de modificador orgánico.

Koontz *et al.* (2010) adicionó ractopamina en vaquillas en crecimiento de la raza Holstein durante 21 días con la finalidad de evaluar la energía neta de todo el cuerpo, llegando a concluir que no hubo ningún cambio en la energía del cuerpo, pero sí hubo una disminución en el uso de la energía por las vísceras con drenaje portal, no por los tejidos hepáticos. La disminución en el uso de energía esplácnica sin alterar el balance de energía de todo el cuerpo puede indicar un aumento de la energía disponible para uso de los tejidos periféricos. Asume por eso el aumento en la acumulación del tejido muscular. Sin embargo, la masa muscular no se midió en este estudio, aunque sí se observó un ligero aumento en la energía total retenida como proteína, mientras que la energía retenida como grasa no se modificó.

Domínguez *et al.* (2009) concluye que los β -agonistas adrenergicos (β AA), modifican el metabolismo celular, mejoran la eficiencia productiva y la calidad de la carne de bovinos y ovinos, aunque los resultados pueden variar. Por otro lado, el clenbuterol, por ser una molécula con potencial tóxico, es capaz de inducir problemas de salud pública con intoxicaciones graves en humanos, comparado con el clorhidrato de zilpaterol y la ractopamina, los cuales son sustancias más seguras para su uso en la nutrición animal, y prácticamente sin residuos en los productos destinados para el consumidor final.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema

La población de ovinos en el Perú es de 11, 338 424 y Puno tiene el 25.9% de total nacional que es 2 950 630, Puno es la región con mayor población de ovinos, la producción de carne en Puno es de 8891 toneladas (MINAGRI, 2017) destinada para el mercado nacional.

La calidad de la carne mostro relevancia durante los últimos años siendo así que los actores en la cadena agroalimentaria, como son los consumidores, productores e industria causan efectos en los parámetros de la calidad de carne y canal. Los consumidores identifican la calidad de carne por la terneza, color y contenido de grasa intramuscular lo cual afecta directamente al sabor, jugosidad y terneza de la carne (Morales & Rodríguez, 2021).

También dependen de factores propios como el sexo, la edad, el peso, la raza y factores extrínsecos como la sanidad, bienestar animal, alimentación, promotores de crecimiento (Martínez, 2020).

Los factores que afectan la calidad de carne ovina entre los más importantes que identificamos son la genética animal, los sistemas de reproducción animal y la alimentación animal que tienen como objetivo mejorar la calidad de carne (Morales & Rodríguez, 2021).

El color de la carne es afectado por el tipo de alimentación que recibe en donde animales con alimentación de forrajes las carnes tienden a ser más oscuras en comparación a los animales alimentados a base de concentrados y la terneza de la

carne también viene a ser influenciado por el sistema de alimentación, las carnes más tiernas son las que fueron alimentados con concentrado debido a nivel de engrasamiento. (Morales & Rodríguez, 2021) la alta variabilidad de la carne se debe a la interacción de la raza por sistema productivo (Martínez, 2020).

Actualmente en el mercado existe una variabilidad de calidad de carnes variando desde carnes maduras, con mucha grasa, de color rojo oscuro y también existe carne magra, de buena terneza, siendo esta carne la que tiene más demanda en el mercado por los consumidores. La calidad de carne varía por la edad del animal, el tipo de alimento que consumen los animales en la etapa de finalización previo al sacrificio, raza, sexo, a veces las dietas que se administran acumulan mucha energía en el animal en forma de grasa siendo estas carcasas no aceptados en el mercado y bajos en precio que son perjudiciales para el productor. Puno es uno de los productores de carne de ovino más importantes en el Perú, por lo mismo es necesario mejorar las características de la canal utilizando algunos promotores de crecimiento como es el caso de uno de los agonistas β adrenérgicos, uno de ellos es el clorhidrato de la ractopamina.

2.2. Enunciados del problema

Por lo cual se plantea las siguientes preguntas:

- ¿Cuál será el efecto del clorhidrato de ractopamina sobre los parámetros productivos?
- ¿Cuál será el efecto del clorhidrato de ractopamina sobre las características de la canal de ovinos?

2.3. Justificación

Entendiendo que el ovino es un pequeño rumiante que puede transformar los elementos nutritivos de los alimentos en carne, leche y otros subproductos por poseer un metabolismo especial y ser de corto ciclo de producción.

El ovino criollo que está diseminado por todo el país a diferentes altitudes y latitudes debido a su rusticidad a condiciones medio ambientales adversos y su alta tasa de fertilidad (Alencastre, 1997), pero sin embargo no muestra un desarrollo muscular apropiado.

La hibridación de la raza texel y criollo ha resultado un adecuado desarrollo muscular y precocidad (Alencastre *et al*, 2014)

Para un sistema productivo ovino se consideran diversos factores para lograr un producto de calidad y satisfacer la industria o al consumidor final, la raza se podría considerar un factor importante, pero de menor influencia sobre la calidad de la carne ovina. Pero el tipo de alimentación influye de manera alta en la calidad de carne y de la canal. (Morales & Rodríguez, 2021).

A nivel mundial los productores dedicados a la producción de carne buscan mejorar la característica de la carcasa y reducir los costos de producción siendo influenciado por una rápida velocidad de crecimiento por lo que es importante mejorar la eficiencia alimenticia y desde el punto de vista del consumidor, estos exigen carnes magras con bajos niveles de grasas saturadas.

Los agonistas β adrenérgicos son compuestos químicos que estimulan los receptores adrenérgicos β del sistema nervioso autónomo (Smith, 1998) y el más utilizado en diferentes animales es el clorhidrato de ractopamina, como promotores de crecimiento con el objetivo de aumentar el crecimiento, la eficiencia alimenticia y mejorar las características de la carne.

Estos compuestos reducen la deposición de tejido adiposo e incrementan la masa muscular en las especies domesticas tales como cerdos, bovinos de carne y aves. (López, 2010).

El clorhidrato de ractopamina es aprobado para uso en la alimentación animal en México, Estados Unidos y Sudáfrica, debido a que estos compuestos son eliminados y seguros cuando se usan de manera adecuada. Se ha utilizado en ovinos en ovinos mostrando resultados favorables aumento de la musculatura y reducción de grasa en la canal (López et al., 2010).

Sin embargo, existen pocos datos publicados sobre el uso del clorhidrato de la ractopamina en ovinos en confinamiento a nivel de altitud por encima de los 3800 msnm, con lo que se pretende mostrar resultados para la recomendación de su uso a nivel del productor.

2.4. Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del clorhidrato de ractopamina sobre la producción y las características de la canal en carnerillos.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el consumo de materia seca, ganancia de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia de carnerillos alimentados con dos tipos de dieta e inclusión de clorhidrato de ractopamina
- Determinar el rendimiento de carcasa, cantidad de grasa compuesta y muscular de carnerillos alimentados con dos tipos de dieta e inclusión de clorhidrato de ractopamina.

2.5. Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- El clorhidrato de la ractopamina mejora la producción y las características de la canal en ovinos.

2.5.2 Hipótesis específicas

- El clorhidrato de ractopamina mejora el consumo de materia seca, ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y eficiencia.
- El clorhidrato de ractopamina mejora el rendimiento de carcasa, reduce la cantidad de grasa muscular.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

El trabajo de investigación se realizó en la propiedad denominado “La Huerta” ubicada en el Distrito, Provincia y Región Puno, Latitud: 15°50'31" S Longitud: 70°01'11" O, altitud sobre el nivel del mar: 3825 m; la temperatura más alta fue en noviembre (16.8°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (-1.3°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de enero (173.72 mm/mes) (SENAMHI). El análisis químico se realizó en el laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootécnica.

3.2 Instalaciones

La instalación estuvo conformada por cuatro corrales de 3m x 4 m con sus respectivos comederos y bebederos, construido con rollizos de eucalipto fijados con pernos metálicos y protegido del sol con malla rachel durante el día.

3.3. Animales

Se utilizó 19 carnerillos de raza criollo con un peso promedio de 30.89 kg y 20 carnerillos criollo $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$, con un peso promedio de 31.90 kg como se observa en la tabla 5, ambos de 10 meses de edad aproximadamente clínicamente sanos procedentes del Centro Experimental Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano de los cuales al finalizar el trabajo se destinó 3 carnerillos de cada grupo para el experimento de sacrificio comparativo.

Tabla 5

Distribución de carnerillos de acuerdo al tipo de dieta y raza.

Raza	Dieta A	Dieta B
Carnerillo criollo	9	10
Carnerillo criollo ³ / ₄ x texel ¹ / ₄	10	10
Total	19	20

3.4 Alimentos

Para la alimentación de los carnerillos se elaboró dos tipos de dietas experimentales, dieta "A" sin ractopamina y dieta "B" con ractopamina ambas dietas experimentales estuvieron conformados por un concentrado fibroso con forraje de heno de avena e insumos, en una proporción de 40% del total, el heno de avena fue procesado mecánicamente con un molino picador forrajero de marca Trapp modelo TRF 800.

Tabla 6

Formula alimenticia y composición química de las dietas experimentales A y B en la alimentación de ovinos criollos y ovinos criollos³/₄ x texel ¹/₄, formulado con el programa Solver.

Materias primas	DIETA A (%)	DIETA B (%)
Heno de avena (Puno)	40.00	40.00
SPT (Afrecho)	5.00	5.00
Polvillo de arroz	5.05	5.00
Grano de maíz	20.00	20.00
Torta de soya	22.70	22.70
Pasta de algodón	5.00	5.00
Sal común	0.50	0.50
Battfoss	0.25	0.25
Tronox S-Carb (antiácido)	0.50	0.50
Melaza	0.50	0.50
carbonato de calcio	0.50	0.50
Clorhidrato de ractopamina "pig fit"	0.00	0.05
TOTAL	100.00	100.00
ED, Mcal	3.3	3.3
Proteína %	18.1	18.1
FDN %	36.0	36.0
Calcio %	0.5	0.5
Fosforo, %	0.4	0.4
Sodio %	0.38	0.38
Costo, S/.	1.01	1.13

Materiales y equipos para el estudio:

Equipos:

- Molino picador forrajero marca TRAPP modelo TRF-700
- Balanza tipo reloj de una capacidad de 50 kg para pesar a los animales.
- Balanza analítica con capacidad de 200/0.0001 g para los análisis de laboratorio.
- Estufa
- Molino de carne Berkel (1.5 HP)
- Cutter (emulsificador de carne)
- Cámara frigorífica
- Mufla
- Extractor Soxhlet

Materiales:

- Sogas y soguillas.
- Cuchillo, equipo de disección.
- Baldes, frascos, bolsas para la toma de muestras.
- Material de vidrio y reactivos de laboratorio (laboratorio de Nutrición animal).

3.5 Metodología

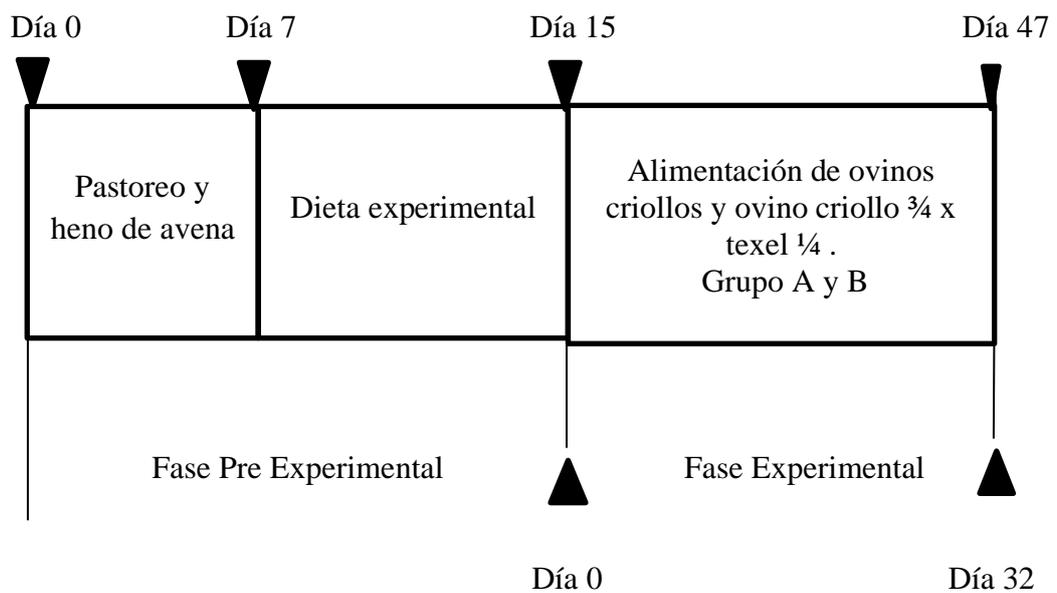


Gráfico 1. Evaluación cronológica para el monitoreo de la ganancia de peso de ovino

Manejo experimental de los animales

a) Selección de las unidades experimentales

Para la ejecución del trabajo de investigación, los 39 carnerillos fueron adquiridos del Centro Experimental Chuquibambilla. Luego fueron trasladados al predio “La Huerta”, y ahí se registró el peso corporal, lo que permitió conocer la condición corporal en que llegaron los animales antes de iniciar el experimento.

b) Periodo de acostumbramiento

El período de acostumbramiento fue muy importante debido a que los animales proceden de un sistema pastoril, por lo que su acostumbramiento al manejo de confinamiento fue gradual y sistemático, a fin de minimizar los efectos de neofobia y estrés (Boogert et al., 2006).

Este proceso duro 15 días y se realizó en un corral donde consumieron la vegetación disponible además se suministró agua, heno de avena de formar gradual, así evitar cambios bruscos en su dieta que podrían causar algunas alteraciones en el tracto gastrointestinal y su fisiología digestiva.

Etapa experimental

A partir del día 15 se dio inicio la fase experimental de alimentación, asumiendo que los carnerillos ya colaboran de manera eficiente al manejo de confinamiento (Lund et al., 2012; Roque, 2009).

También se realizó el registro del peso corporal que se le denomina peso inicial, este dato permitió evaluar ganancia de peso al final del experimento en la alimentación de carnerillos.

c) Alimentación

Los 39 carnerillos fueron alimentados con un concentrado elaborado como se observa en la tabla 6; y distribuidos en 4 grupos; como se observa en la tabla 5 ofrecidos a un nivel de consumo a libre disposición (*ad libitum*) en un sistema de alimentación colectiva a fin de evitar el estrés e incentivar el mayor consumo de materia seca (CMS) alojados en confinamiento, con mínima actividad física y suministrado en un comedero grupal en forma de canaleta y en tres fracciones la primera a las 7:00 de la mañana 40%, la segunda a las 12:00 del mediodía 30% y la última a las 4:00 pm de la tarde 30 % del total de alimento pesado para cada grupo, este procedimiento de fraccionar se realizó para maximizar el consumo del alimento y reducir la cantidad de alimento rechazado, la colección de alimento residual se realizó una sola vez al día (6:00 a.m.). La medición de alimento ofrecido y rechazado (residuo) en horas de luz diurna (Huerta, 2014).

Además, se ofreció agua limpia y fresca.

d) Estimación del alimento ofrecido

Para establecer cuanto de alimento se debe ofrecer a cada animal y a cada grupo por su respectivo raza y peso se tuvo que estimar la cantidad de alimento a suministrar por grupos, para el caso de carnerillos de raza criollo de la dieta A y B, la estimación estuvo de acuerdo a los requerimientos nutricionales (NRC , 2007), donde se indica que en promedio un ovino con peso de 30kg requiere el consumo de materia seca de 4.3 % para un crecimiento moderado como se muestra en la tabla 4.

Para cumplir con la alimentación a libre disponibilidad o consumo *ad libitum*, se adiciono la cantidad de alimento a lo estimado con la finalidad de evitar restricción y deficiencia del alimento ofrecido.

El incremento de alimento estuvo sujeto a la cantidad final de alimento a ofrecer, humedad del alimento, y el consumo de alimento que mostraban los animales para cada dieta experimental.

Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Determinación de consumo de materia seca

El consumo de materia seca (CMS) se determinó mediante la ecuación de energía la misma que es la relación de tres componentes; $EM=PC+RE$, Donde: EM es la energía metabolizable, PC producción de calor, RE la retención de energía.

Por medio de esta ecuación, se determinó la cantidad de CMS por cada unidad de estudio, para lo cual se consideró el modelo de predicción

EM_m = energía metabolizable de mantenimiento = $129.7 \text{ Kcal/ } W_{kg}^{0.75}$, EM_{AF} = energía metabolizable de actividad física= $0.82\text{Kcal/horas de pastoreo/ peso corporal}$, EM_g = energía metabolizable de ganancia de peso vivo= $5.81 \text{ Kcal/g de ganancia de peso vivo}$ (Salah et al., 2014).

3.5.2 Determinación de ganancia de peso vivo

Se determinó mediante la evaluación de la ganancia de peso corporal de los animales se evaluó en dos oportunidades inicio y final del experimento, para ello se utilizó una balanza tipo reloj de $100 \pm 0.1 \text{ kg}$ de sensibilidad instalado adecuadamente para cumplir con la fase experimental.

$$g/día = \left(\frac{\text{peso final}(kg) - \text{peso inicial}(kg)}{\text{fase de alimentación (días)}} \right) \times 1000$$

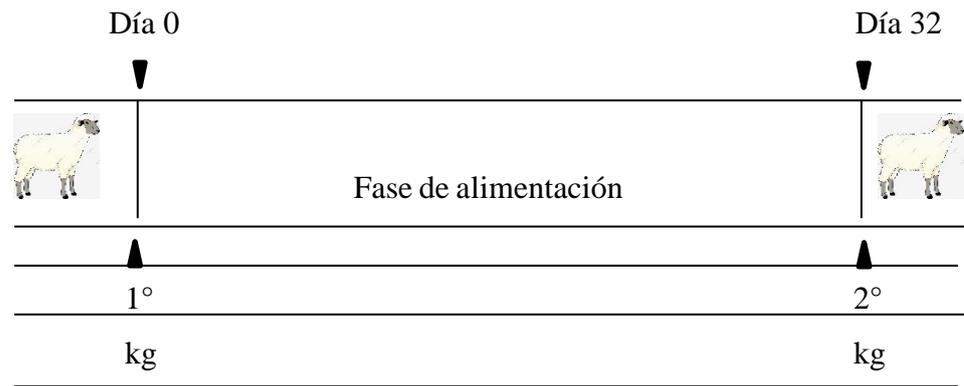


Gráfico 2. Evaluación cronológica para el monitoreo de la ganancia de peso en ovino

3.5.3 Determinación de conversión alimenticia

Se determinó al dividir el consumo de alimento entre la ganancia de peso vivo.

$$CA = \frac{\text{Alimento consumido (Kg)}}{\text{Ganancia de peso (Kg)}}$$

3.5.4 Determinación de eficiencia alimenticia

Se determinó al dividir la ganancia diaria de peso en Kg entre el consumo de materia de seca en Kg

$$EA = \frac{\text{Ganancia de peso (Kg)}}{\text{Alimento consumido (kg)}}$$

3.5.5 Determinación de rendimiento de carcasa

Al finalizar el periodo de alimentación se seleccionó al azar tres carnerillos por tratamiento, haciendo un total de 12, se retiró el alimento y el agua 12 horas previas al sacrificio. Los carnerillos fueron pesados antes del sacrificio registrándose el peso vivo (PV) e inmediatamente después del beneficio fueron eviscerados y se retiró la cabeza y se registró el peso de carcasa (PC)

Se determinó entre peso de carcasa (PC) y el peso vivo (PV) del animal y el

Rendimiento de la carcasa (RC) con la siguiente formula:

$$RC = \left(\frac{[PC]}{PV} \times 100 \right).$$

3.5.6 Determinación de grasa en carcasa

Se determinó a través de la técnica de sacrificio comparativo,

Técnica de sacrificio comparativo,

a) Sacrificio

El sacrificio de los carnerillos se realizó en base a las recomendaciones de (Ramirez, 2017); que consiste en:

Preparación de los animales

- Se seleccionó al azar tres carnerillos al azar de cada tratamiento (n=12) y fueron beneficiados en el predio denominado “La Huerta”.
- Período de ayuno. - se realizó un período de 12 horas de ayuno con restricción de alimento y agua.
- Determinación del peso vivo. - con la ayuda de una balanza tipo reloj de una capacidad de 50 kg de capacidad máxima, se pesaron los carnerillos vivos para obtener el peso vivo (PV).

b) Beneficio o sacrificio

Degüello. - se secciono las venas y arterias del cuello, produciendo la sangría y consecuentemente la muerte del animal, posteriormente se desarticulo la articulación Atlanto-occipital, se registró el peso de la sangría en total.

Desuello. - se separó la piel del cuerpo del animal en su totalidad, también se separó la cabeza del animal.

Evisceración. -después del desuello, se realizó un corte en la línea ventral desde la abertura anterior de la cavidad torácica, seccionando el esternón hasta la cavidad pelviana, separando la sínfisis púbica, se incide las fascias y músculos hasta exponer las vísceras torácicas y abdominales.

Posteriormente se eviscero los órganos abdominales y torácicos, para luego ser pesados cada uno de ellos. El estómago e intestino se pesó y se registró su peso, se evacua su bazofia y un lavado de los mismos y se volvió a registrar su peso.

El corazón, hígado y pulmones fueron extraídos y se registró su peso.

Una vez obtenida la carcasa, se le dividió en dos mitades realizando un corte longitudinalmente a nivel dorsal seccionando con una sierra eléctrica y el lado derecho se le secciono sin el cuello quedando para su respectivo análisis y el otro lado para consumo humano. Luego se congelo por un lapso de 72 horas a -20°C , en una cámara de frigorífica, se retiró de la cámara de frio para separar los músculos de los huesos, el musculo fue pesado enseguida molida con el molino Berkel (1.5 HP) y luego fue emulsificada con el equipo cutter a 3000 rpm para garantizar la homogeneidad de grasa, músculos, y componentes de la carne, de toda esta mezcla se obtuvo una muestra de aprox. 500 g de carne emulsificada para su respectivo análisis. La determinación de materias seca se determinó a través de un horno desecador Drying Cabinet con aire caliente forzado a 60°C (estufa Ecocell) hasta peso constante ($>72\text{ h}$). El molido de las muestras secas se realizó con un molino manual de mesa.

La composición química de la carne se determina a través de los métodos oficiales de la (AOAC, 1990). La grasa se determinó a través del método de extracción con solvente en soxhlet. Se tomó una muestra de 2 g en papel filtro de poro medio. La extracción se realizó por un período no mayor de 4 horas, y el resultado se cuantificará como grasa perdida.

La ceniza se cuantifico utilizando el método de incineración a través del horno mufla a una temperatura de 600°C por un período de 3 horas. La muestra utilizada fue de 2 g, colocado en un crisol. Luego del proceso de incineración se realizó el pesado del crisol obteniéndose el peso de la ceniza.

3.6 Análisis estadístico

Los datos de consumo de materia seca, ganancia de peso vivo, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, rendimiento de carcasa, grasa muscular y grasa compuesta se analizaron a través de un arreglo factorial de 2×2 con dos tratamientos (dieta A sin ractopamina, dieta B con ractopamina) y dos razas (criollo y criollo $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$) se utilizó el modelo desbalanceado. Cuyas medidas se analizaron en el programa INFOSTAT versión 2020, bajo principios de aleatoriedad, repetición y control del error experimental y los supuestos de normalidad de errores, independencia de las unidades experimentales y homogeneidad de varianzas, cuyo modelo aditivo lineal fijo, a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

Cuyo modelo matemático es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es una observación en la k-ésima unidad experimental, sujeto al i-ésimo tratamiento, j-ésima raza.

μ : Medida poblacional o constante común.

α_i : Es el efecto del factor dieta experimental.

β_j : Es el efecto del factor raza.

$\alpha\beta_{ij}$: Efecto de la interacción de factor A y B

ε_{ijk} : Error experimental

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de consumo de materia seca

El CMS tuvo un efecto por la raza de ovino ($P < 0.05$) es así que en la raza criollo 1677 g y criollo $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$ 1882g, también fue afectado por el tratamiento ($P < 0,05$); es así que la dieta “A” tuvo un consumo de 1697 g y la dieta “B” de 1862 g como se observa en la tabla 7, la adición de RAC mejoro el CMS. Al realizar la interacción entre las razas y las dietas si existe diferencia significativa ($P < 0,05$).

Tabla 7

Consumo de alimento en ovinos según raza y tratamiento y su interacción.

		Consumo Medio
Raza		Diario
	Criollo	1677 ^a
	Texel	1882 ^b
	Probabilidad	0,011
Tratamiento		
	Dieta “A”	1697 ^a
	Dieta “B”	1862 ^b
	Probabilidad	0,037
Interacción		
Raza	Tratamiento	
Criollo	Dieta “A”	1559,33
	Dieta “B”	1794,77
Texel	Dieta “A”	1834,95
	Dieta “B”	1928,38
	Probabilidad	0,363

Tabla 8

Ganancia de peso corporal g/día, para ovinos criollos y ovinos criollos $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$ de los grupos experimentales A y B

Variable	criollo		criollo $\frac{3}{4}$ texel $\frac{1}{4}$	
	Dieta A (n=9)	Dieta B (n=10)	Dieta A (n=10)	Dieta B (n=10)
Peso corporal promedio, 32 días	35.81	36.78	37.94	38.65
Peso metabólico promedio, W Kg ^{0.75}	14.64	14.93	15.28	15.49
Ganancia de peso, g/día/animal	303.13	378.13	385.94	414.06
Partición de EM, Kcal				
PC; EM _m = 129.7 Kcal/W _{Kg} ^{0.75} /día ¹	1898.21	1935.84	1982.01	2009.65
RE; EM _g = 5.81Kcal/g/día ²	1761.16	2196.91	2242.30	2405.70
Consumo de energía metabolizable (EMc)				
EM _c , Kcal/día	3659.37	4132.75	4224.31	4415.35
EM _c = kcal/W _{Kg} ^{0.75} /día	250.04	276.89	276.43	284.96
Consumo de MS, promedio Kg/día ³	1.429	1.614	1.650	1.725
Consumo de materia seca, g/W _{Kg} ^{0.75} /día	97.88	108.06	108.10	111.59
Proporción del peso vivo, %	3.99	4.39	4.35	4.46
Humedad del alimento H ^o , %	8.00	8.00	8.00	8.00
Consumo de alimento como tal, MF	1.55	1.75	1.79	1.87

EM= Energía metabolizable; PC= Producción de calor, RE= Retención de energía.

^{1,2} Estimado con requerimiento energético para ovinos (Salah et al., 2014)

³ Energía metabolizable del alimento EM= 2560 kcal/ kg,M.S

El CMS varía de acuerdo a la composición química, la disponibilidad, y la digestibilidad del alimento (López et al., 1998). La fibra detergente neutro (FDN), influye en el CMS, además, Church y Pond (1990) observaron que el alimento molido suele disminuir el rechazo y el desperdicio del alimento, la molienda incrementa el consumo, este factor está relacionado con la tasa de pasaje ruminal, lo cual indica que el procesamiento físico de los forrajes influye en el consumo es decir que a menor tamaño de partícula del forraje es menor el consumo. (Angeles, 2014).

La diferencia en el CMS en el que la cruce de Criollo $\frac{3}{4}$ x Texel $\frac{1}{4}$ supero a la raza criollo debido a que la raza texel es una raza especializada en la producción de carne. Los corderos obtenidos por el cruzamiento de la raza texel, mejoran la eficiencia alimenticia con una alimentación balanceada.(Moya, 2002). La interacción de razas y

las dietas no existe diferencia significativa ($p>0,05$) pero si se puede observar que existe una tendencia de consumo mayor para ambas razas que fueron alimentados con la dieta “B”.

El CMS en ovinos dorper x katahdin evaluaron el efecto de tres niveles de ractopamina 0,35; 0,7; y 1,05 y el CMS fue de 1,4; 1,5; 1,5 Kg/día respectivamente, y concluye que no hubo diferencia en el CMS al suplementar ractopamina en ovinos (López, 2010), también, Robalino (2013) evaluó el CMS por la suplementación de ractopamina a una dosis de 200mg por ovino versus el control no se obtuvo diferencia significativa. Además, en otras especies como los cuyes el consumo de alimento por efecto de ractopamina a dos niveles versus el control no se evidencio efecto por adición de RAC. (García, 2017). Es importante considerar que los beta agonistas se absorben bien por vía oral, pero tienen una baja disponibilidad sistémica debido a la extensa sulfatación en una primera fase, la unión a proteínas plasmáticas de la mayoría de los agonistas beta es insignificante y existe una distribución extravascular sustancial de la dosis administrada, la vida media de eliminación de la mayoría de los beta agonistas es relativamente corta y su farmacocinética es independiente de la dosis y la duración del tratamiento (Morgan, 1990). En el presente trabajo se pudo observar un efecto de la inclusión de RAC sobre el consumo de materia seca comparado con la dieta control, esto se puede deber a la disponibilidad del alimento, al procesamiento físico del alimento, y la raza de los ovinos.

4.2 Determinación de la ganancia de peso vivo

La ganancia de peso vivo diario fue afectada por la raza puesto que en criollo $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$ logro obtener un de 400,02 g mientras que en los criollos 340,63 g. ($P<0.05$) y por el efecto del tratamiento los ovinos alimentados con la dieta “A” obtuvieron una ganancia diaria de 344,54g, mientras con la dieta “B” 396,11 g ambos estadísticamente similares ($P>0.05$). Al realizar la interacción entre las razas y las dietas no existe diferencia significativa ($p>0,05$) pero si una tendencia aritmética que indica mayor peso y ganancia de peso para la raza criollo $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$ que se alimentó con la dieta “B”.

Tabla 9

Ganancia total y diaria de peso en ovinos según raza y tratamiento y su interacción

Raza		Peso inicial	Peso Final	Ganancia total de peso	Ganancia Media Diaria
Criollo		30,90	41,80 ^a	10,90 ^a	340,63 ^a
Texel		31,90	44,70 ^b	12,80 ^b	400,02 ^b
Probabilidad		0,266	0,007	0,026	0,026
Tratamiento					
Dieta "A"		31,27	42,30	11,03	344,54
Dieta "B"		31,53	44,20	12,68	396,11
Probabilidad		0,777	0,068	0,051	0,051
Interacción					
Raza	Tratamiento	Peso inicial	Peso Final	Ganancia total de peso	Ganancia Media Diaria
Criollo	Dieta "A"	30,94	40,64	9,70	303,13
	Dieta "B"	30,85	42,95	12,10	378,13
Texel	Dieta "A"	31,60	43,95	12,35	385,94
	Dieta "B"	32,20	45,45	13,25	414,06
Probabilidad		0,933	0,698	0,691	0,363

También se puede precisar que el tamaño y el tipo de alimento estimulo un mayor consumo del alimento. Las partículas más pequeñas permanecen menos tiempo en el rumen, y están menos tiempo disponible para la degradación microbiana y por ende disminuye la digestibilidad esencialmente de la fibra (Beauchemin y Yang, 2005).

La ractopamina actúa liberando nutrientes y estimulando la síntesis de proteína en los animales por lo que se puede evidenciar una importante mejora de la ganancia de peso, efecto de la RAC sobre ganancia puede ser explicado por la acción sobre el metabolismo provocado por el aditivo, principalmente en la síntesis de proteína (Cuarón et al., 2002). Además, se sabe que la velocidad de crecimiento de un animal está determinada por su caudal genético y por factores ambientales dentro de los cuales la alimentación ocupa el primer lugar (Bavera, 2005).

López, (2010) en 84 ovinos Dorper x Katahdin determinó el efecto de ractopamina en los últimos 30 días previos al sacrificio, donde el agonista β - adrenérgico si tuvo efecto ($P < 0.05$) sobre la ganancia diaria de peso, ganancia total en comparación al grupo control. También, Robalino (2013) evaluó dos tipos de engorde en ovino de raza

Corridale, con una dieta basal adicionado ractopamina y otra dieta lactotropina comparado con una dieta control si tuvo efecto en la ganancia peso total.

Además, otros investigadores evaluaron el efecto de clorhidrato de ractopamina en ovinos de pelo (Tabasco) y lana (Rambouillet x Sulffolk), donde obtuvieron un efecto positivo en comparación al grupo control, a una dosis de 20 mg/Kg Ms de ractopamina se tuvo una ganancia total de 11.4Kg con una ganancia media diaria de 380 g/día (Romero et al., 2013).

En un trabajo con cerdos en etapa de finalización que tuvo como objetivo medir el consumo de alimento y ganancia de peso diario, al suministrar ractopamina en su dieta a una dosis de 20 ppm se concluye que la ganancia diaria promedio mejoro ($P < 0.01$) en relación al consumo en una correlación positiva (Crome et al., 1996). Los estudios realizados se asemejan al presente trabajo donde la ractopamina tiene un efecto en el metabolismo del animal y por ende mayor ganancia de peso vivo.

Romero-Maya et al. (2013) trabajaron con clorhidrato de ractopamina en corderos de lana y pelo a cuatro niveles de ractopamina 0,10,20 y 30mg/kg de dieta, donde se obtuvo los siguientes resultados a una dosis de 20 y 30 mg de ractopamina tuvieron un aumento de peso ($P < 0.05$). Además, los corderos de lana a una dosis de 20 mg de ractopamina tuvieron el mayor peso canal. Los beta agonistas tienen un efecto directo en los procesos metabólicos, como lo indica Connor et al. (1991) puesto que existe una estimulación directa de la glucogenolisis y la lipolisis por efecto del cimaterol que es característica de la alteración beta adrenérgica del metabolismo de carbohidratos y lípidos.

4.3 Determinación de conversión alimenticia

Se entiende por conversión alimenticia que es un parámetro que nos indica la cantidad de alimento requerido para incrementar un kilogramo de peso vivo, y esto varía básicamente por dos variables como son consumo medio diario de materia seca y la ganancia media diaria, en el presente trabajo se puede evidenciar que no afecta ni la raza ni la dieta en dicho parámetro siendo similar los resultados obtenidos, como se observa en la tabla 10:

Tabla 10

Conversión alimenticia de ovinos según raza y tratamiento y su interacción

Raza		Conversión Alimenticia	Eficiencia alimenticia
Criollo		5,05	0,22
Texel		4,77	0,24
Probabilidad		0,089	0,076
Tratamiento			
Dieta "A"		5,04	0,23
Dieta "B"		4,78	0,22
Probabilidad		0,095	0,087
Interacción			
Raza	Tratamiento	Conversión Alimenticia	Eficiencia alimenticia
Criollo	Dieta "A"	5,27	0,21
	Dieta "B"	4,82	0,23
Texel	Dieta "A"	4,82	0,23
	Dieta "B"	4,73	0,24
Probabilidad		0,364	0,303

La conversión alimenticia para la raza criollo $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$ fue de 4.77 y en el criollo de 5.05 y en cuanto al tratamiento la dieta "A" tuvo un valor de 5.04 y la dieta "B" un valor de 4.78 estadísticamente no existe diferencia, de la misma manera al realizar la interacción entre las razas y las dietas no existe diferencia estadística ($P > 0.05$).

Romero et al. (2013) trabajaron a cuatro niveles de 0, 10, 20 y 30 mg/kg de ractopamina en kg de alimento, en ovinos de pelo y lana donde se obtuvo la conversión alimenticia más baja a una dosis de 0 y 10 mg de ractopamina. Además, Jiménez (2018) realizó un trabajo de engorda de ovinos durante 34 días donde se probó dos dietas con y sin inclusión de ractopamina, donde logro resultados que a una dieta de 15 ppm de clorhidrato de ractopamina mejoro la conversión, además Romero (2011), utilizo cuatro dietas con inclusión de ractopamina de 0, 10, 20 y 30 mg/ kg de alimento en un experimento de engorde de ovinos de 20 corderos machos de raza sulfolk x Hampshire por 45 días. No hubo diferencias entre tratamientos de ractopamina en consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

La eficiencia alimenticia para los ovinos de la raza Criollo $\frac{3}{4}$ x Texel $\frac{1}{4}$ 0,24 y en criollos 0.22 y cuanto a tratamiento 0.22 para la dieta "A" y 0,23 para la dieta "B" no

existe diferencia estadística ($P > 0.05$), Al realizar la interacción entre las razas y las dietas no existe diferencia significativa ($p > 0.05$).

Rebollar et al. (2015) realizaron un trabajo de investigación donde utilizaron el clorhidrato de zilpaterol, bajo una dieta de 15.8% de proteína cruda, 2.8 Mcal/Kg de energía metabolizable, donde una de las variables de interés fue eficiencia alimenticia (g/Kg) en su grupo testigo fue menor 215 y el grupo experimental mayor 261.

4.4 Determinación de rendimiento, grasa muscular y grasa compuesta.

Tabla 11. Rendimiento de canal, grasa muscular y grasa total de ovinos según raza y tratamiento y su interacción.

Raza		Rendimiento	Grasa Muscular	Grasa Compuesta
Criollo		47,61	41,69 ^a	33,18 ^a
Texel		47,50	47,51 ^b	40,38 ^b
Probabilidad		0,953	0,027	0,001
Tratamiento				
Con RAC		47,83	42,62 ^a	37,83
Sin RAC		47,28	43,22 ^b	38,75
Probabilidad		0,752	0,017	0,172
Interacción				
Raza	Tratamiento	Rendimiento	Grasa Muscular	Grasa Compuesta
Criollo	Con RAC	48,64	42,33 ^a	37,03 ^b
	Sin RAC	46,57	41,05 ^a	29,33 ^a
Texel	Con RAC	47,02	42,80 ^a	38,80 ^b
	Sin RAC	47,98	54,58 ^b	41,70 ^b
Probabilidad		0,400	0,004	0,006

El rendimiento de carcasa para los ovinos de la raza Criollo^¾ x Texel ^¼ 47.5 y en ovinos Criollos 47,61 ($P > 0.05$). Mientras que por el tratamiento se obtuvo 47,28 para la dieta “A”, y 47.83 para la dieta “B” al realizar la interacción entre las razas y las dietas no existe diferencia significativa ($P > 0.05$).

Abney et al. (2007) evaluaron el efecto de clorhidrato de ractopamina sobre rendimiento de carcasa en vaquillas, se probó dosis y días de alimentación crecientes donde el peso de la carcasa caliente el cual tuvo un incremento significativo ($P < 0.05$) a medida que aumento la dosis de ractopamina. Por lo que sugiere que la alimentación

de ractopamina durante 35 días a 200 mg/ vaquilla proporcionó un rendimiento óptimo.

Adeola et al. (1990) Evaluaron el nivel de proteína 13 o 17% y ractopamina a 0 o 20 ppm en la dieta sobre el rendimiento del crecimiento, peso carcasa y composición de la canal en cerdos, donde resultó que la ractopamina se desempeñó mejor a un nivel de proteína de 17% generando mejor ganancia diaria ($P < 0.05$) y menor grasa en la canal a un nivel proteína más bajo 13%. Además, Romero et al. (2013) concluyeron que una dosis con 20 mg/kg de ractopamina en el alimento se puede obtener un efecto importante en el rendimiento del crecimiento y los rasgos de la canal en corderos de lana. Es así que la administración oral de agonistas beta adrenérgicos aumenta los músculos y disminuye la acumulación de grasa en bovinos; además las propiedades farmacodinámicas son complejas y varían entre especie, así como dentro de la misma especie a diferentes edades o cuando se alimentan con diferentes dietas (Mersmann, 1998).

La grasa muscular por efecto raza mostro que la raza Criollo $\frac{3}{4}$ x Texel $\frac{1}{4}$ 47,51 y 41,69 para los ovinos Criollos siendo diferentes estadísticamente ($p < 0,05$) pero no habiendo diferencia por efecto tratamiento 43.22 para la dieta “A” y 42,62 para la dieta “B” ($P > 0,05$), al realizar la interacción entre las razas y las dietas se encontró diferencia estadística ($P < 0,05$). Además podemos afirmar que la grasa compuesta por efecto raza se obtuvo estos datos en la raza Criollo $\frac{3}{4}$ x Texel $\frac{1}{4}$ 40,38 y 33.18 para los ovinos Criollos donde si mostro diferencia por efecto de la raza ($p < 0,05$) y por efecto tratamiento 38.75 para la dieta “A” y 37.83 para la dieta “B” no fue estadísticamente diferente ($P > 0,05$), pero al realizar la interacción entre las razas y las dietas estas mostraron diferencia significativa ($P < 0,05$).

La administración oral de agonistas beta adrenérgicos aumentan los músculos y reduce la acumulación de grasa en mamíferos (Mersmann, 1998) , las propiedades farmacodinámicas de un agonista particular son complejas y varía entre especies, así como dentro de la misma especie a diferentes edades o cuando se alimentan con diferentes dietas, los efectos producidos en el tejido adiposo in vivo dependen no solo de la especie y la distribución en el adipocito, sino también de la farmacocinética y farmacodinámica del compuesto en esa especie, incluido el flujo sanguíneo, tejido y los múltiples efectos metabólicos y endocrinos del compuesto en otros tejidos del

cuerpo (Mersmann, 2002). Además, los beta agonistas se absorben bien por vía oral, pero tienen baja disponibilidad sistémica debido a la extensa sulfatación en primera fase, la unión a proteínas plasmáticas es insignificante y existe una distribución extravascular sustancial de la dosis administrada, la vida media de eliminación es relativamente corta y la farmacocinética es independiente de la dosis y la duración del tratamiento (Morgan, 1990).

Crome et al. (1996) realizaron un trabajo en cerdos en finalización donde encontraron que la ractopamina mejoró las características y rendimiento de la carcasa, los cerdos tratados con ractopamina ($P < 0.01$) los cuales tuvieron mayor área de músculo longissimus y grasa reducida a nivel de la décima costilla ($P < 0,01$). Además, Dunshea et al. (1993) trabajaron con cerdos para investigar los efectos de ractopamina en la dieta a una dosis de 20 mg/Kg en tres grupos de acuerdo al estado sexual (verracos, primerizas, castrados) consumiendo una dieta ad libitum que contenía 3.466 Mcal de energía digestible y 10,7 g de lisina/kg, indicando que la ractopamina es un potente estimulador de la deposición de proteínas en los cerdos de engorde. Aunque el aumento de la deposición de proteína no es necesariamente a expensas de la deposición de grasa.

Liu et al. (1994) en un trabajo con cerdos demostraron que la ractopamina no tiene la capacidad de afectar el metabolismo del tejido adiposo, pero aumentó la retención de nitrógeno en el área del músculo longissimus lo que se concluye que la ractopamina no fue un agonista beta adrenérgico funcional hacia el tejido adiposo en dicho estudio. En otro estudio Page et al. (2004) trabajaron con ratones y suplemento ractopamina y clenbuterol para ver la respuesta sobre el crecimiento, adiposidad y la apoptosis del tejido adiposo cuyos resultados fueron que la apoptosis puede ser inducida por la activación beta-AR pero aún se desconoce el mecanismo, además que la masa de tejido adiposo fue mayor ($P < 0.05$) en ratones tratados con clenbuterol, también la grasa retroperitoneal y epididimario reduce a una dosis de 800 ppm de ractopamina en comparación a la dieta control, incluyendo un incremento de la apoptosis en dichos tejidos.

De la misma manera Reeds y Mersmann (1991) indican que los beta adrenérgicos promueven el crecimiento muscular, disminuyendo la acumulación de lípidos en el cuerpo alterando su metabolismo y por ende alterando su eficiencia alimenticia, las dietas con alta energía puede conducir a la reanudación de tasas de deposición de grasa



indeseablemente altas, los compuestos aumentan el gasto de energía y probablemente aumentan las necesidades de energía de mantenimiento de los animales receptores.

Finalmente Ricke et al. (1999) trabajaron con ratas a una dosis de 320 microgramos/día de ractopamina para evaluar el rendimiento, la composición de la canal y la retención de nitrógeno en ratas hembras, obtuvieron un aumento la ingesta de alimento ($P < 0.05$); peso corporal, carcasa, absorción aparente, retención de proteína pero disminuyó los lípidos de la carcasa y lípidos viscerales ($P < 0.01$).

CONCLUSIONES

- El clorhidrato de ractopamina tuvo un efecto sobre el consumo de materia seca mostrando mayor consumo de materia en comparación a la dieta “A” sin clorhidrato de ractopamina y el consumo de materia seca también fue afectado por la raza siendo superior el consumo en la raza criollo $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$ que, en el criollo, reflejando estadística significativa para el factor efecto de clorhidrato de ractopamina. La ganancia de peso vivo solo fue afectada por el efecto raza siendo superior en criollo $\frac{3}{4}$ x texel $\frac{1}{4}$ que, en el criollo, la conversión y eficiencia no fueron influenciados por la raza ni la dieta.
- El rendimiento de carcasa en ovinos no tuvo efecto por el clorhidrato de ractopamina ni por la raza, además, la grasa muscular y grasa compuesta no mostraron diferencia por efecto del clorhidrato de ractopamina sin embargo si hubo un efecto de la raza y también la interacción entre raza y dieta para la grasa muscular y grasa compuesta. Siendo superior en la raza criolla y la dieta con inclusión de ractopamina.



RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones similares en ovinos en distintas clases y en ambos sexos para obtener información más detallada.
- Realizar investigaciones a diferentes niveles de clorhidrato de ractopamina en ovinos para obtener la dosis adecuada.
- Realizar investigaciones a diferentes niveles de clorhidrato de ractopamina en ovinos de raza de carne y obtener muestras serológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abney, C. S., Vasconcelos, J. T., McMeniman, J. P., Keyser, S. A., Wilson, K. R., Vogel, G. J., & Galyean, M. L. (2007). Effects of ractopamine hydrochloride on performance, rate and variation in feed intake, and acid-base balance in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 85(11), 3090-3098. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0263>
- ACTA. (2000). *Asociación Criadores Texel Argentinos* (L. R. For, ed.). Recuperado de www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/2/niet142
- Adeola, O., Darko, E. A., He, P., & Young, L. G. (1990). Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. *Journal of Animal Science*, 68(11), 3633. <https://doi.org/10.2527/1990.68113633x>
- Alencastre, R; Deza, H; Rojas, R; Flores, J. (2014). Desarrollo de corderos de cruce criollos x texel, criollos y de razas puras ovinas en CIPC Chuquibambilla. Puno, Perú. *Puno-Perú*.
- Alencastre, R. (1997). *Producción de Ovinos* (Primera; A. Talleres Graficos, ed.). Puno.
- Alfaro, E. (2008). *Clasificación de los ovinos y origen*. Recuperado de <http://mx.geocities.com.ar/ancoec/caracter.%0A%0A>
- Aliaga, J; Pumayalla, A. (1990). *Evaluación de un sistema productivo de ovinos de pelo en bosques humedo tropical*. (A. científicos Universidad Agraria la Molina, ed.).
- Aliaga, G. J. (2000). *Separata del Curso Producción de Ovinos*. Lima.
- Aliaga, J. (2009). Posibilidades del desarrollo de la crianza ovina en el Perú. Recuperado de <http://www.arariwa.org.pe/8posibilidades.pdf>
- Aliaga, J. (2012). *Producción de ovinos* (U. nacional A. la Molina, Ed.).
- Allison, C. D. (1985). Factors Affecting Forage Intake by Range Ruminants: A Review. *Journal of Range Management*, 38(4), 305. <https://doi.org/10.2307/3899409>
- AMCO. (2001). Asociación Mexicana de Criaderos de Ovinos. En R. el 20 de noviembre del 2016 (Ed.), *Estandares de la Raza Texel*. Recuperado de http://mx.geocities.com/amco_org/texel%0A%0A
- Anderson, D.B., Veenhuizen, E.L., Waitt, W.P., Paxton R.E., Mowrey, D.H., 1987. (1987). Effect of ractopamine on nitrogen retention, growth performance and carcass composition of finisher pigs. *Journal of Animal Science*.
- Angeles, S. (2014). Fermentación Ruminal, Tamaño de Partícula y Efecto de la Fibra en

la Alimentación de Vacas Lecheras. Recuperado de Departamento Nutrición Animal Y Bioquímica FMVZ - UNAM website: https://www.researchgate.net/publication/237315199_Fermentacion_ruminal_tamano_de_particula_y_efecto_de_la_fibra_en_la_alimentacion_de_vacas_lecheras

AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemists* (15.^a ed.).

Arias, A; Alencastre, R; Urviola, J. (2000). *Biometria de borregas criollas en el centro de investigación y producción Chuquibambilla*.

Armstrong, T. A., Ivers, D. J., Wagner, J. R., Anderson, D. B., Weldon, W. C., & Berg, E. P. (2004). The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3245-3253. <https://doi.org/10.2527/2004.82113245x>

Baszczak, J. A., Grandin, T., Gruber, S. L., Engle, T. E., Platter, W. J., Laudert, S. B., ... Tatum, J. D. (2006). Effects of ractopamine supplementation on behavior of British, Continental, and Brahman crossbred steers during routine handling. *Journal of Animal Science*, 84(12), 3410-3414. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-167>

Bavera, G. (2005). *El Crecimiento Compensatorio*. 1-5.

Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., & Petryna, A. 2005. (2005). *Crecimiento Y Desarrollo Compensatorios*. Recuperado de www.produccion-animal.com.ar

Beauchemin, K. A., & Yang, W. Z. (2005). Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2117-2129. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72888-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72888-5)

Birkelo, C. P. (2003). Pharmaceuticals, direct-fed microbials, and enzymes for enhancing growth and feed efficiency of beef. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 19(3), 599-624. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(03\)00059-8](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(03)00059-8)

Boogert, N.J., Reader, S.M., Laland, K. N. (2006). *The relation between social rank, neophobia and individual learning in starlings*. (Anim.Behav., Ed.).

Brès, J., Clauzel, A. M., Pistre, M. C., Rachmat, H., & Bressolle, F. (1985). [Metabolism of beta-adrenergic substances. Therapeutic implications]. *Bulletin europeen de physiopathologie respiratoire*, 21(5), 19s-34s. Recuperado de

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2865990>
- Brumm, M. C., Miller, P. S., & Thaler, R. C. (2004). Response of barrows to space allocation and ractopamine. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3373-3379. <https://doi.org/10.2527/2004.82113373x>
- Bueno, M. A. (2000). *Producción de Ovinos*. Puno.
- Burfening, P; Chavez, J. (1996). *The criollo sheep in Peru* (A. genetic resources information Bulletin, Ed.).
- Bustanza, V., Garnica, J., Maquera, Z., Larico, J., Apaza, E., & Foraquita, S. (1993). *Carne de alpaca* (primera; U. N. del Altiplano, Ed.). Puno- Perú.
- Byrem, T. M., Robinson, T. F., Boisclair, Y. R., Bell, A. W., Schwark, W. S., & Beermann, D. H. (1992). Analysis and pharmacokinetics of cimaterol in growing Holstein steers. *Journal of animal science*, 70(12), 3812-3819. <https://doi.org/10.2527/1992.70123812x>
- Calle, E. (1997). *El ovino criollo* (Indoagro).
- Calle, R. (1994). *Producción de ovinos tropicales*.
- Caravaca, F; Castel, J; Guzmán, J; Delgado, et al. (2005). *Bases de la producción animal* (I edición; U. de Sevilla, Ed.).
- Cardinali, D. P., & Dvorkin, M. (1999). *Fisiología Humana* (2da ed.; Mc-Graw-Hill, Ed.). Madrid-España.
- Castellaro, G., Agr, G. I., Orellana, C., Agr, M. I., Pablo, J., & Ingeniero, E. C. (2015). *Manual básico de nutrición y alimentación de ganado*.
- Chávez, T. C., Chávez, M. E., García, S. M., Sosa, F. C., & Sánchez, B. J. I. (2004). *Evaluación del desempeño y calidad de la canal de cerdos de líneas pic alimentados con ractopamina (β agonista)e*. Recuperado de www.amvec.org/biblioteca/gd/miscelaneas17ChavezTC.doc.
- Church, D., & Pond, W. (1990). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. (Limusa, Ed.). D.F. México.
- Colbert, W. E., Williams, P. D., & Williams, G. D. (1991). β -Adrenoceptor Profile of Ractopamine HCl in Isolated Smooth and Cardiac Muscle Tissues of Rat and Guinea-pig. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 43(12), 844-847. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1991.tb03192.x>
- Corah, L. (1996). Trace mineral requirements of grazing cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 59(1-3 SPEC. ISS.), 61-70. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00887-x](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00887-x)

- Córdova, A. (1993). *Alimentación Animal* (EditecConcytec, Ed.). Lima Perú.
- Crome, P. K., McKeith, F. K., Carr, T. R., Jones, D. J., Mowrey, D. H., & Cannon, J. E. (1996). Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. *Journal of Animal Science*, 74(4), 709. <https://doi.org/10.2527/1996.744709x>
- Cuarón, I. J. A., Balderas, M., Castañeda, E. O., Velázquez, P. A., Ruio, M. S., Castaño, A., & López, E. J. . (2002). Effectiveness of Ractopamine in presence of temperature and disease stress. *Proc. 17th International PigVet. Soc. Oral-Invited Papers*, Vol I pag.265. Recuperado de www.amvec.org/biblioteca/gdl/magistrales/09Cuaron.doc %0A%0A(consultado el 6 de julio del 2015)
- Cullison, A. (1983). *Alimentos y Alimentación de Animales* (D. (traducido por R. Ledesma), Ed.). Mexico.
- Cunningham, J. . (2009). *Fisiología Veterinaria* (4ª; Elsevier, Ed.). Barcelona Mexico.
- Del Rosario, M. (2000). *Principales parámetros productivos y reproductivos del ovino criollo Arequipeño*. Univerisad Nacional Agraria la Molina.
- Díaz, R. (2013). Cadena Productiva de Ovinos. *Ministerio de Agricultura y Riego*, 1-53.
- Domínguez, I. A., Mondragón-ancelmo, J., Ronquillo, M. G., Salazar-garcía, F., Luis, J., & Andrés, B. (2009). Los β -agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción, calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos. *reviuw*.
- Dunshea, F. R., King, R. H., & Campbell, R. G. (1993). Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. *Journal of animal science*, 71(11), 2931-2941. <https://doi.org/10.2527/1993.71112931x>
- E. Desdémona Martínez. (2020). Factores que Influyen Sobre la Calidad de la Carne de Ganado Ovino. *ResearchGate*, I(September), 1-18.
- Eisemann, J. H., & Bristol, D. G. (1998). Change in Insulin Sensitivity or Responsiveness Is Not a Major Component of the Mechanism of Action of Ractopamine in Beef Steers. *The Journal of Nutrition*, 128(3), 505-511. <https://doi.org/10.1093/jn/128.3.505>
- Eisemann, J. H., & Huntington, G. B. (1988). Portal insulin release and tissue extraction in control and clenbuterol fed steers. *Journal of Animal Science*.
- Espezúa, S. R. (2001). *Guía de práctica pecuaria* (Primera). Puno- Perú: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

- FDA. (2000). *New animal drugs for use in animal feeds; ractopamine hydrochloride*.
- Fernández, D. D. M., Rosas, V. N., Pérez, E. M., & Cuarón, I. J. A. (2002). Niveles de lisina digestible para cerdos finalizados con ractopamina. *XXXVIII Congreso Nacional AMVEC*. Puerto Vallarta, Jalisco 17-21 Julio.
- Fernández, R. E. (1992). *Producción de ovinos*. Puno- Perú: Facultad de Ciencias Agrarias- UNA.
- Fredriksson, R., Lagerström, M. C., Lundin, L. G., & Schiöth, H. B. (2003). The G-protein-coupled receptors in the human genome form five main families. Phylogenetic analysis, paralogon groups, and fingerprints. *Molecular Pharmacology*, 63(6), 1256-1272. <https://doi.org/10.1124/mol.63.6.1256>
- Fulcrand, B. (2004). *Las ovejas de san juan una vision historico - antropologia de la introduccion del ovino español y su repercusión en la sociedad rural andina*. Asociación Arariwa.
- Galindo, J., Cordero, J. (1982). La adicción de zeolita a las dietas que consumen ensilaje. *Rev. Cubana Cienc. Agric.*, 16, 269-276.
- García, M. (2017). *Ractopamina y nivel de proteína de la dieta, respuesta productiva y características de la carcasa de cuyes (Cavia porcellus)*. Tesis de maestria, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Grant, A. ., Skjaerlund, D. M., Helferich, W. G., Bergen, W. G., & Merkel, R. A. (1995). Skeletal muscle growth and expression of skeletal muscle α – actin mRNA and insulin – like factor. mRNA in pigs during feeding and withdrawal of ractopmine. *Journal of animal science*.
- Gutierrez, ; Galindo, J; Oramas, A; Cairo, J. (2001). (2001). *Publicación Tecnica: Efecto de la suplementacion con bentonima y zeolita en la protección de la proteína ruminal*.
- Huerta, M. (2014). [Alimentación de ovinos con dietas basadas en forrajes de corte]. *British Journal of Psychiatry*, 205(01), 10. <https://doi.org/10.1192/bjp.205.1.76a>
- INIA. (2008). *Catálogo de genética ovina* (segunda ed).
- Jiménez, J. (2018). *Efecto de la adición de clorhidrato de ractopamina en la alimntación de ovino en engorda*. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.
- Jones, D.J., Waitt, W.P., Mowrey, D.H., Anderson, D. B. (1988). Effect of ractopamine hydrochloride on growth performance and carcass composition of finisher pigs fed 16.20, or 24% crude protein diets. *Journal of animal science*.
- Koontz, A. F., El-Kadi, S. W., Harmon, D. L., Vanzant, E. S., Matthews, J. C., Boling, J.

- A., & McLeod, K. R. (2010). Effect of ractopamine on whole body and splanchnic energy metabolism in Holstein steers. *Canadian Journal of Animal Science*, 90(1), 77-85. <https://doi.org/10.4141/cjas09078>
- Kuiper, H. ., Noordam, M. ., Schilt, R., & Roos, A. . (1998). Illegal Use of b -Adrenergic Agonists : European Community. *J. Anim. Sci.*, 76(July 2015), 195-207.
- Lawrie, R. A. (1998). *Ciencia de la carne* (3ra ed.; Acribia, Ed.). Zaragoza España.
- Lean, I. J., Thompson, J. M., & Dunshea, F. R. (2014). A meta-analysis of zilpaterol and ractopamine effects on feedlot performance, carcass traits and shear strength of meat in cattle. *PLoS ONE*, 9(12), 1-28. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115904>
- Liu, C. Y., Grant, A. L., Kim, K. H., Ji, S. Q., Hancock, D. L., Anderson, D. B., & Mills, S. E. (1994). Limitations of ractopamine to affect adipose tissue metabolism in swine. *Journal of animal science*, 72(1), 62-67. <https://doi.org/10.2527/1994.72162x>
- Livestock., B. of. (2000). Breeds of livestock. Recuperado de <http://www.ansi.okstate.edu/breeds/sheep>
- López-Carlos, M. A., Ramírez, R. G., Aguilera-Soto, J. I., Aréchiga, C. F., Méndez-Llorente, F., Rodríguez, H., & Silva, J. M. (2010). Effect of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride on growth, diet digestibility, intake and carcass characteristics of feedlot lambs. *Livestock Science*, 131(1), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.018>
- López, M. (2010). *Efecto de dos agonistas β adrenérgicos sobre las características de crecimiento y de la canal de ovinos*. Tesis de doctorado Univerisdad Autónoma De Nuevo León.
- López, S., Carro, M. D., Gonza, J. S., & Ovejero, F. J. (1998). Comparison of different in vitro and in situ methods to estimate the extent and rate of degradation of hays in the rumen. *Animal Feed Science and Technology*, 73, 99-113.
- Lund, K.E., Maloney, S.K., Milton, J.T.B., Blache, D. (2012). Gradual training of alpacas to the confinement of metabolism pens reduces stress when normal excretion behavior is accommodated. *ILAR Journal*.
- Lynch, G. S., & Ryall, J. G. (2008). Role of β -adrenoceptor signaling in skeletal muscle: Implications for muscle wasting and disease. *Physiological Reviews*, 88(2), 729-767. <https://doi.org/10.1152/physrev.00028.2007>
- Mac Hadley, M. (1988). *Endocrinology* (2da ed.; P. Hall, Ed.). New Jersey EUA.

- Marchant-Forde¹, J. N., Lay, D. C., Pajor, E. A., Richert, B. T., & Schinckel, A. P. (2002). *The Effects of Ractopamine on Behavior and Physiology of Finishing Pigs*.
- Mersmann, H. (1998). Overview of the Effects of β -Adrenergic Receptor Agonists on Animal Growth Including Mechanisms of Action. *Journal of Animal Science*, 76(1), 160-172. <https://doi.org/10.2527/1998.761160x>
- Mersmann, H. (2002). Beta-Adrenergic receptor modulation of adipocyte metabolism and growth. *Journal of Animal Science*, 80(E-suppl_1), E24-E29. <https://doi.org/10.2527/animalsci2002.0021881200800ES10005x>
- Minson, D. (1990). *Forage in ruminant nutrition* (1ra ed.; A. Press, Ed.).
- Mitchell, G. A., & Dunnavan, G. (1998). Illegal Use of β -Adrenergic Agonists in the United States. *Journal of Animal Science*, 76(1), 208-211. <https://doi.org/10.2527/1998.761208x>
- Molinuevo, H. (1995). *Genética zootecnia de bovinos para carne. Treinta y cinco años de trabajos en la región pampeana* (1a ed.; I. Balcarce, Ed.). Buenos Aires Argentina.
- Morales, R., & Rodríguez, R. (2021). *Factores que afectan la calidad de carne ovina*. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67453/NR42491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morgan, D. (1990). *Clinical Pharmacokinetics of β -Agonists*. 18(4), 270-294.
- Moya, G. (2002). *Carne de cordero*.
- Mujica, E. (2005). *Razas ovinas y caprinas en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias* (B. INIA., Ed.).
- Muller, R. . (2000). *Technical manual*. Elanco Animal Health.
- Netter, F. H. (2005). *Sistema nervioso* (Masson). Barcelona España.
- Noblet, J., & Henry, Y. (1993). Energy evaluation systems for pig diets: a review. *Livestock Production Science*, 36(2), 121-141. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90147-A](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90147-A)
- Norma Oficial Mexicana-EM-015-ZOO-. (2002). *Normas Oficiales Mexicanas ZOO*.
- Norman, A., & Litwack, G. (1997). *Hormones* (2da ed.; Academy Press, Ed.). Washintog, D.C EUA.
- NRC. (1987). *National Research Council-Predicting feed intake of food- Producing Animals* (Academy Press, Ed.). Washintog, D.C EUA.
- NRC. (1994). *National Research Council - Board on Agriculture. Metabolic Modifiers:*

- Effects on the Nutrient Requirements of Food Producing Animals*. Washintog, D.C. EUA.
- NRC (National Research Council). (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. (N. A. Pess., Ed.). Washintog, DC,USA.
- O'Connor, R. M., Butler, W. R., Finnerty, K. D., Hogue, D. E., & Beermann, D. H. (1991). Acute and chronic hormone and metabolite changes in lambs fed the beta-agonist, cimaterol. *Domestic Animal Endocrinology*, 8(4), 537-548. [https://doi.org/10.1016/0739-7240\(91\)90023-D](https://doi.org/10.1016/0739-7240(91)90023-D)
- Page, K. A., Hartzell, D. L., Li, C., Westby, A. L., Della-Fera, M. A., Azain, M. J., ... Baile, C. A. (2004). β -Adrenergic receptor agonists increase apoptosis of adipose tissue in mice. *Domestic Animal Endocrinology*, 26(1), 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2003.08.004>
- Palomeque, J. (2005). La funcion autonoma. En U. of B. C. de textos Docents (Ed.), *Fisiologia Animal* (pp. 101-103). Barcelona España.
- Ramirez, J. (2017). *Efecto del nivel de consumo de alimento sobre la retención de energía en llamas y alpacas*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Ramirez, L., & Roque, G. (2009). *Nutrición de rumiantes. Sistemas extensivos* (2da ed.; Trillas, Ed.). Mexico.
- Rebollar, S., Rojo, R., Avendaño, L., Macías, U., Álvarez, F., Correa, A., & Soto, S. (2015). Investigación y Ciencia Investigación y Ciencia. *Investigación y Ciencia, Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (64), 11-18. Recuperado de <https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA461444768&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=16654412&p=IFME&sw=w>
- Reeds, P. J., & Mersmann, H. J. (1991). Protein and energy requirements of animals treated with beta-adrenergic agonists: a discussion. *Journal of animal science*, 69(4), 1532-1550. <https://doi.org/10.2527/1991.6941532x>
- Ricke, E. A., Smith, D. J., Feil, V. J., Larsen, G. L., & Caton, J. S. (1999). Effects of Ractopamine HCl Stereoisomers on Growth, Nitrogen Retention, and Carcass Composition in Rats. *Journal of Animal Science*, 77(3), 701-707. <https://doi.org/10.2527/1999.773701x>
- Rikard-Bell, C., Curtis, M. A., van Barneveld, R. J., Mullan, B. P., Edwards, A. C., Gannon, N. J., ... Dunshea, F. R. (2009). Ractopamine hydrochloride improves growth performance and carcass composition in immunocastrated boars, intact

- boars, and gilts. *Journal of Animal Science*, 87(11), 3536-3543.
<https://doi.org/10.2527/jas.2009-2002>
- Robalino, E. . (2013). Evaluación de dos métodos de engorde en ovinos machos de la raza corridale de seis meses de edad aplicando clorhidrato de ractopamina vs lactotropina en la parroquia San Jose de Poaló del canton latacunga provincia de Cotopaxi (Universidad Técnica de Cotopaxi; Vol. 1). Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Robles-Estrada, J. C., Arrizon, A. A., Barreras, A., Calderon, J. F., Figueroa-Saavedra, F., Torrentera, N., ... Zinn, R. A. (2009). Effects of preslaughter withdrawal period on response of feedlot heifers to zilpaterol hydrochloride supplementation: growth performance and carcass characteristics. *Journal of animal science*, 87(5), 1759-1763. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1071>
- Rojas, D. (2017). *“Efecto de la dieta balanceada mas modificador orgánico sobre la producción y calidad de carne en carnerillos corridale - CIP ILLPA- Puno* (Universidad Nacional Del Altiplano). https://doi.org/10.1007/8904_2014_350
- Romero-Maya, Á. M., Herrera-Haro, J. G., Pinos-Rodríguez, J. M., García-López, J. C., Bárcena-Gama, R., & González-Muñoz, S. S. (2013). Effects of ractopamine hydrochloride on growth performance and carcass characteristics in wool and hair lambs. *Italian Journal of Animal Science*, 12(2), 200-203. <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e32>
- Romero, A. (2011). *Efecto del clorhidrato de ractopamina en el comportamiento productivo y características de carne de ovinos en finalización*. Recuperado de <http://repositorionacionalcti.mx/recurso/oai:colposdigital.colpos.mx:10521/600>
- Roque, B. (2009). *Determinación de los requerimientos energéticos de mantenimiento y ganancia de peso de alpacas (vicugna pacos) en crecimiento mediante la técnica de sacrificio comparativo*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Salah, N., Sauvant, D., & Archimède, H. (2014). Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: A meta-analysis. *Animal*, 8(9), 1439-1447. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001153>
- Sanches, R. (2003). *Crianza y mejoramiento de ganado ovino* (Repalme, Ed.).
- Sañudo, C. (1997). *Tecnología y calidad en los productos cárnicos* (Acribia, Ed.). Zaragoza España.
- Schinckel, A. P., Herr, C. T., Richert, B. T., Forrest, J. C., & Einstein, M. . (2003). Ractopamine treatment biases in the prediction of prok carcass composition.

Journal of animal science.

- See, M. T., Armstrong, T. A., & Weldon, W. C. (2004). Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 82(8), 2474-2480. <https://doi.org/10.2527/2004.8282474x>
- Shelver, W. L., & Smith, D. J. (2002). Application of a monoclonal antibody-based enzyme-linked immunosorbent assay for the determination of ractopamine in incurred samples from food animals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 2742-2747. <https://doi.org/10.1021/jf011372+>
- Shimada, A. (2009). *Nutrición animal* (2da ed.; Editorial Trillas Sa De Cv, Ed.).
- Smith, D. J. (1998). The Pharmacokinetics , Metabolism , and Tissue Residues of b - Adrenergic Agonists in Livestock 1 , 2 ABSTRACT : *American Society of Food Safety*, 76, 173-194.
- Smith, D. J. (2000). Total radioactive residues and clenbuterol residues in swine after dietary administration of [14C]clenbuterol for seven days and preslaughter withdrawal periods of zero, three, or seven days. *Journal of Animal Science*, 78(11), 2903-2912. <https://doi.org/10.2527/2000.78112903x>
- Smith, D. J., & Shelver, W. L. (2002). Tissue residues of ractopamine and urinary excretion of ractopamine and metabolites in animals treated for 7 days with dietary ractopamine. *Journal of Animal Science*, 80(5), 1240-1249. <https://doi.org/10.2527/2002.8051240x>
- Snell, R. . (2007). *Neuroanatomía clínica* (6ta ed.; M. Panamericana, Ed.). Buenos Aires Argentina.
- Spurlock, M. E., Cusumano, J. C., Ji, S. Q., Anderson, D. B., Smith, C. K., Hancock, D. L., & Mills, S. E. (1994). The effect of ractopamine on β -adrenoceptor density and affinity in porcine adipose and skeletal muscle tissue. *Journal of animal science.*
- Squella, F. (2007). *Técnicas de Producción Ovina para el Secano Mediterráneo de la región* (Boletín IN).
- Squires V. R. (1993). *Agua y sus funciones, regulación y empleo comparativo por los rumiantes . El rumiante, fisiología digestiva y Nutrición .* (A. España, Ed.).
- Strosberg, A. D. (1993). Structure, function, and regulation of adrenergic receptors. *Protein Science*, 2(8), 1198-1209. <https://doi.org/10.1002/pro.5560020802>
- Sumano, L., Ocampo, L., & Gutiérrez, L. (2002). Clenbuterol and other b-agonists, are



they an option for meat production or a threat for public health? *Veterinaria México*, Vol. 33, pp. 137-159. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumeni.cgi?idrevista=39&idarticulo=5766&idpublicacion=701>

Tellez, I. (1996). *Sistema de producción pecuaria* (Unisur, Ed.). Colombia.

Weber, T. E., Richert, B. T., Belury, M. A., Gu, Y., Enright, K., & Schinckel, A. P. (2006). Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. *Journal of Animal Science*, 84(3), 720-732. <https://doi.org/10.2527/2006.843720x>

Xiong, Y. L., Gower, M. J., Li, C., Elmore, C. A., Cromwell, G. L., & Lindemann, M. D. (2006). Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. *Meat Science*, 73(4), 600-604. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.02.016>

Zimmerli, U. V., & Blum, J. W. (1990). Acute and longterm metabolic, endocrine, respiratory, cardiac and skeletal muscle activity changes in response to perorally administered β -adrenoceptor agonists in calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 63(1-5), 157-172. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1990.tb00131.x>

WEBGRAFIA

<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=puno&p=pronostico-detalle>



ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Figura 1. Insumos de la dieta.



Figura 2. Clorhidrato de ractopamina



Figura 3. Mezclado de insumos.



Figura 4. Dieta elaborada final.



Figura 5. Molido de heno de avena



Figura 6. Envasado de heno molido.



Figura 7. 1er Pesado de ovino criollo.



Figura 8. 1er pesado de ovino texel.



Figura 9. 2do pesado ovino criollo



Figura 10. 2do Pesado ovino texel



Figura 11. Ovino criollo alimentados con dieta experimental.



Figura 12. Ovino criollo 3/4 x texel 1/4 alimentados con dieta experimental.



Figura 13. Carcasa de ovinos criollo y criollo 3/4 x texel 1/4.



Figura 14. Muestras de vísceras rojas y blancas de un ovino.



Figura 15. Muestras secas de vísceras rojas y blancas.



Figura 16. Muestras secas procesadas con un molino manual de los diferentes ovinos.



Figura 17. Carcasas congeladas de ovinos para descarnar



Figura 18. Esqueleto de ovino después de descarnado.



Figura 19. Molido de filetes de carne de los diferentes ovinos.

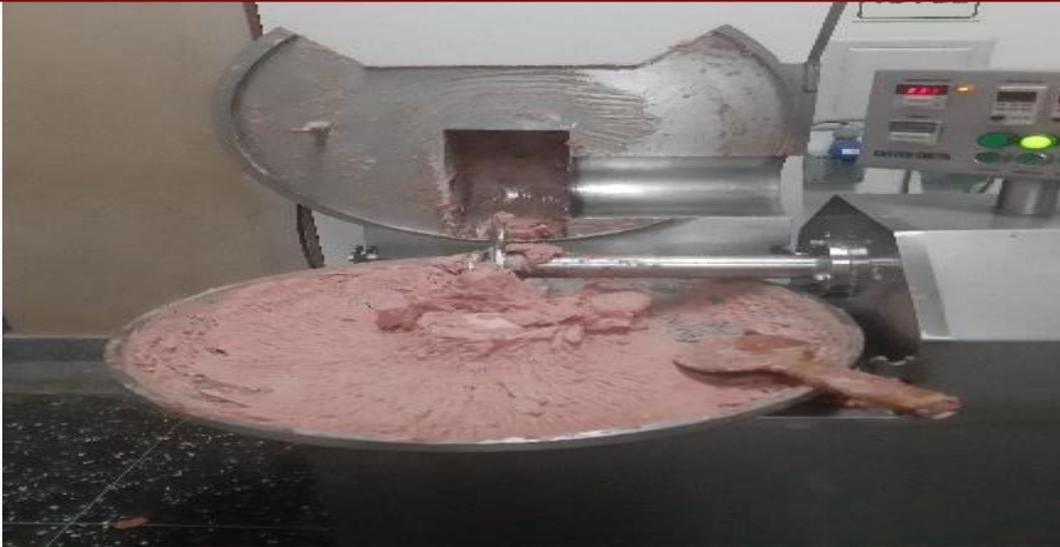


Figura 20 Emulsificado de carne con equipo.



Figura 21. Muestras de carne emulsificada de los diferentes ovinos.



Figura 22. Muestras secas y molidas de sangre y vísceras rojas de un ovino con dieta experimental.

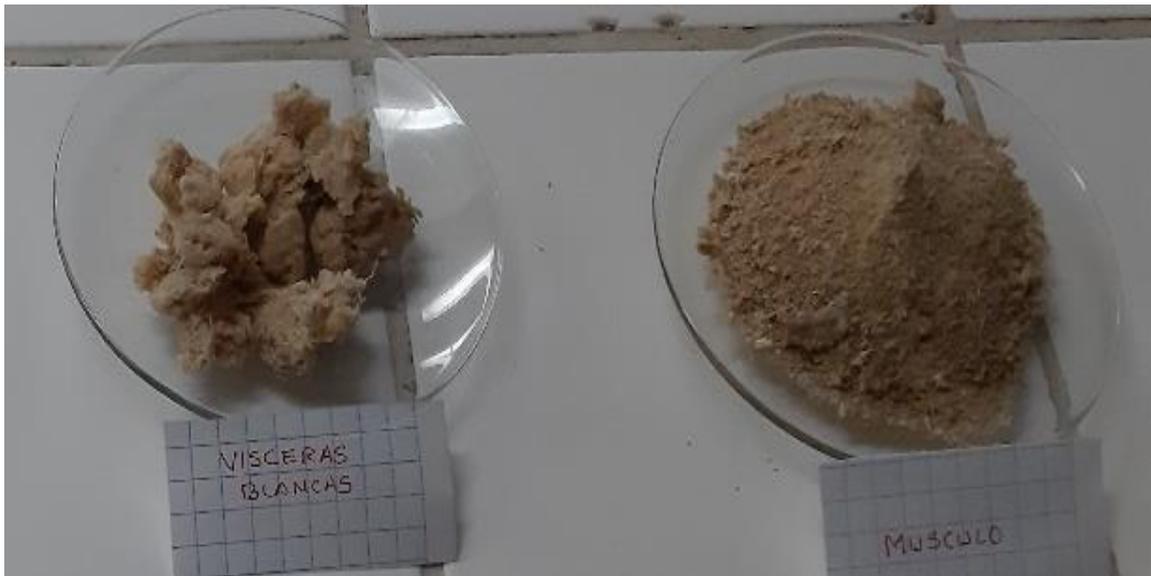


Figura 23 Muestras secas de vísceras blancas y musculo de un ovino con dieta experimental.



Figura 24. Equipo Solhelt



Figura 25 Muestras procesadas para determinar materia seca corregida

Tabla 1 Distribución de los carnerillos según grupo experimental

Grupos	GRUPO A		GRUPO B	
	A (sin ractopamina)		B (con ractopamina)	
Dietas				
Raza	N°	N° Arête	N°	N° Arête
Ovino Criollo	1	N132-18	1	N212-18
	2	N114-18	2	N162-18
	3	N088-18	3	N348-18
	4	N468-18	4	N440-18
	5	N238-18	5	N512-18
	6	N074-18	6	N132-18
	7	N444-18	7	N456-18
	8	N482-18	8	N410-18
	9	N104-18	9	S/A
	10	N252-18	10	N230-18
ovino criollo 3/4 x texel 1/4	1	T072-18	1	T042-18
	2	T228-18	2	T250-18
	3	T238-18	3	T010-18
	4	T266-18	4	T106-18
	5	T120-18	5	T248-18
	6	T256-18	6	T086-18
	7	T264-18	7	T054-18
	8	T074-18	8	S/A
	9	T272-18	9	T068-18
	10	S/A	10	T064-18
	11	T048-18	11	T038-18
TOTAL	20 animales por grupo		20 animales por grupo	

Tabla 2 *Estimación de alimento a ofrecer para ovinos criollos del grupo A*

N°	ARETE	PESO			CMS/ Día; H°8%	
		Kg	W kg ^{0.75}	4.3% peso corporal	Kg/ día MS	Kg/día MF
1	N132-18	23.0	10.50	0.99	0.99	1.08
2	N114-18	28.0	12.17	1.20	1.20	1.31
3	N088-18	29.5	12.66	1.27	1.27	1.38
4	N468-18	30.0	12.82	1.29	1.29	1.40
5	N238-18	31.0	13.14	1.33	1.33	1.45
6	N074-18	32.0	13.45	1.38	1.38	1.50
7	N444-18	33.0	13.77	1.42	1.42	1.54
8	N482-18	33.5	13.92	1.44	1.44	1.57
9	N104-18	35.0	14.39	1.51	1.51	1.64
Alimento estimado a ofrecer					12.96	14.09

Tabla 3 *Estimación de alimento a ofrecer para ovinos criollo del grupo B*

N°	ARETE	PESO			CMS/ Día; H°8%	
		Kg	W kg ^{0.75}	4.3% peso corporal	Kg/ día MS	Kg/día MF
1	N212-18	27.0	11.84	1.16	1.16	1.26
2	N162-18	29.0	12.50	1.25	1.25	1.36
3	N348-18	29.5	12.66	1.27	1.27	1.38
4	N440-18	30.0	12.82	1.29	1.29	1.40
5	N512-18	32.0	13.45	1.38	1.38	1.50
6	N132-18	32.0	13.45	1.38	1.38	1.50
7	N456-18	33.5	13.92	1.44	1.44	1.57
8	N410-18	33.5	13.92	1.44	1.44	1.57
9	S/A	35.0	14.39	1.51	1.51	1.64
10	N230-18	27.0	11.84	1.16	1.16	1.26
Alimento estimado a ofrecer					13.27	14.42

Tabla 4 *Estimación de alimento a ofrecer para ovinos 3/4 criollo x 1/4 texel del grupo A*

N°	ARETE	PESO			CMS/ Día; H°8%	
		Kg	W kg ^{0.75}	4.3% peso corporal	Kg/ día MS	Kg/día MF
1	T072-18	27.5	12.01	1.18	1.18	1.29
2	T228-18	28.0	12.17	1.20	1.20	1.31
3	T238-18	29.5	12.66	1.27	1.27	1.38
4	T266-18	30.5	12.98	1.31	1.31	1.43
5	T120-18	32.0	13.45	1.38	1.38	1.50
6	T256-18	32.5	13.61	1.40	1.40	1.52
7	T264-18	33.0	13.77	1.42	1.42	1.54
8	T074-18	33.0	13.77	1.42	1.42	1.54
9	T272-18	34.0	14.08	1.46	1.46	1.59
10	S/A	36.0	14.70	1.55	1.55	1.68
11	T048-18	39.5	15.76	1.70	1.70	1.85
Alimento estimado a ofrecer					14.10	15.33

Tabla 5 *Estimación de alimento a ofrecer para ovinos 3/4 criollo x 1/4 texel del grupo B*

N°	ARETE	PESO			CMS/ Día; H°8%	
		Kg	W kg ^{0.75}	% peso corporal 4.3	Kg/ día MS	Kg/día MF
1	T042-18	27.5	12.01	1.18	1.18	1.29
2	T250-18	28.5	12.33	1.23	1.23	1.33
3	T010-18	30.5	12.98	1.31	1.31	1.43
4	T106-18	31.5	13.30	1.35	1.35	1.47
5	T248-18	32.5	13.61	1.40	1.40	1.52
6	T086-18	33.0	13.77	1.42	1.42	1.54
7	T054-18	33.0	13.77	1.42	1.42	1.54
8	S/A	33.5	13.92	1.44	1.44	1.57
9	T068-18	35.0	14.39	1.51	1.51	1.64
10	T064-18	37.0	15.00	1.59	1.59	1.73
11	T038-18	44.0	17.08	1.89	1.89	2.06
Alimento estimado a ofrecer					14.56	15.82